



ILMU GIZI

Teori & Aplikasi

Editor:

Prof. Dr. Hardinsyah, MS | I Dewa Nyoman Supriasa, MPS



PENERBIT BUKU KEDOKTERAN



EGC



Memfotokopi/membajak buku ini melanggar UU No. 28 Th 2014

ILMU GIZI

Teori & Aplikasi

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Lingkup Hak Cipta

Pasal 1

Hak Cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Ketentuan Pidana

Pasal 113

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

PENTING DIKETAHUI

Penerbit adalah rekanan pengarang untuk menerbitkan sebuah buku. Bersama pengarang, penerbit menciptakan buku untuk diterbitkan. Penerbit mempunyai hak atas penerbitan buku tersebut serta distribusinya, sedangkan pengarang memegang hak penuh atas karangannya dan berhak mendapatkan royalti atas penjualan bukunya dari penerbit.

Percetakan adalah perusahaan yang memiliki mesin cetak dan menjual jasa pencetakan. Percetakan tidak memiliki hak apa pun dari buku yang dicetaknya kecuali upah. Percetakan tidak bertanggung jawab atas isi buku yang dicetaknya.

Pengarang adalah pencipta buku yang menyerahkan naskahnya untuk diterbitkan di sebuah penerbit. Pengarang memiliki hak penuh atas karangannya, tetapi menyerahkan hak penerbitan dan distribusi bukunya kepada penerbit yang ditunjuknya sesuai batas-batas yang ditentukan dalam perjanjian. Pengarang berhak mendapatkan royalti atas karyanya dari penerbit, sesuai dengan ketentuan di dalam perjanjian Pengarang-Penerbit.

Pembajak adalah pihak yang mengambil keuntungan dari kepakaran pengarang dan kebutuhan belajar masyarakat. Pembajak tidak mempunyai hak mencetak, tidak memiliki hak menggandakan, mendistribusikan, dan menjual buku yang digandakannya karena tidak dilindungi *copyright* ataupun perjanjian Pengarang-Penerbit. Pembajak tidak peduli atas jerih payah pengarang. Buku pembajak dapat lebih murah karena mereka tidak perlu mempersiapkan naskah mulai dari pemilihan judul, editing hingga persiapan pracetak, tidak membayar royalti, dan tidak terikat perjanjian dengan pihak mana pun.

PEMBAJAKAN BUKU ADALAH KRIMINAL!

Anda jangan menggunakan buku bajakan, demi menghargai jerih payah para pengarang yang notabene adalah para guru.

ILMU GIZI

Teori & Aplikasi

*With Compliment
From*
 EGC Medical Publisher
NOT FOR SALE

Editor:

Prof. Dr. Hardinsyah, MS
I Dewa Nyoman Supriasa, MPS

PENERBIT BUKU KEDOKTERAN



EGC

EGC 2479

ILMU GIZI: TEORI & APLIKASI

Oleh: Pakar Gizi Indonesia

Editor: Prof. Dr. Hardinsyah, MS & I Dewa Nyoman Supariasa, MPS

Copy editor: Etika Rezkina, S.Gz & Monica Ester

Diterbitkan pertama kali oleh Penerbit Buku Kedokteran EGC

© 2016 Penerbit Buku Kedokteran EGC

P.O. Box 4276/Jakarta 10042

Telepon: 6530 6283

Anggota IKAPI

Desain kulit muka: M. Imron

Penata letak: Hidayat Enggar Tiasto

Hak cipta dilindungi Undang-Undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Cetakan 2017

Perpustakaan Nasional RI. Data Katalog dalam Terbitan (KDT)

Ilmu gizi : teori & aplikasi / disusun oleh Pakar Gizi Indonesia ; editor, Hardinsyah, I Dewa Nyoman Supariasa ; copy editor, Etika Rezkina, Monica Ester. — Jakarta: EGC, 2016.
xxiv, 621 hlm. ; 21 x 28,5 cm.

ISBN 978-979-044-725-7

I. Gizi. I. Pakar Gizi Indonesia. II. Hardinsyah. III. I Dewa Nyoman Supariasa. IV. Etika Rezkina.
V. Monica Ester.

613.2

Penerbit dan editor tidak bertanggung jawab atas segala kerugian atau cedera pada individu dan/atau kerusakan properti yang terjadi akibat atau berkaitan dengan penggunaan materi dalam buku ini.



Isi di luar tanggung jawab percetakan

KATA PENGANTAR

Dewasa ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) dalam bidang kesehatan dan gizi sangat pesat. Hasil perkembangan Iptek ini perlu didokumentasi baik dalam bentuk media elektronik maupun dalam media cetak dalam bentuk buku. Untuk maksud tersebut telah lahir pemikiran membuat buku yang berjudul *Ilmu Gizi: Teori dan Aplikasi*.

Kehadiran buku ini bertujuan memperkaya bahan bacaan di bidang gizi bagi para ahli gizi, dietisien, mahasiswa gizi, profesi lain yang terkait dengan gizi, dan pemerhati gizi pada umumnya. Buku ini memuat materi secara komprehensif yang meliputi bidang gizi masyarakat, gizi klinik, gizi institusi/penyelenggaraan makanan, dan materi yang berhubungan dengan aplikasi gizi di Indonesia.

Penulis terdiri dari berbagai pakar gizi di seluruh Indonesia mulai dari Provinsi Aceh sampai Provinsi Papua dan umumnya berasal dari institusi pendidikan gizi, seperti Politeknik Kesehatan di bawah Kementerian Kesehatan RI, Institut Pertanian Bogor (IPB), Universitas Gadjah Mada, Universitas Airlangga, Universitas Brawijaya, Universitas Esa Unggul, Direktorat Bina Gizi Kemenkes RI, dan Perwakilan WHO di Indonesia.

Penulisan buku ini disusun secara sistematis mulai dari konsep ilmu gizi, penilaian status gizi, gizi dalam daur kehidupan, pedoman dan pesan gizi kepada masyarakat, gizi klinik, manajemen penyelenggaraan makanan, penelitian dan wirausaha gizi, dan uji kompetensi, sertifikasi dan akreditasi. Buku hasil karya anak bangsa ini adalah buku lengkap pertama yang diterbitkan di Indonesia. Keunggulan buku ini adalah para pembaca dapat memahami perkembangan Iptek gizi secara lebih komprehensif, materi yang disajikan disusun dengan bahasa yang mudah dipahami, dan ini adalah salah satu bentuk kolaborasi antar-pakar gizi dalam menuangkan ide dan pengalaman masing-masing.

Melalui kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, terutama kepada Penerbit Buku Kedokteran EGC yang berkenan menerbitkan buku ini, kepada teman-teman sejawat atas kerja sama yang sangat baik, kepada Ketua Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Gizi Indonesia (AIPGI) dan Ketua DPP Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI) yang berkenan memberikan Kata Sambutan.

Kami sadar buku ini tidak lepas dari kekurangan, baik dari substansi dan susunan bahasanya. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami harapkan demi perbaikan pada edisi selanjutnya.

Penulis

SAMBUTAN

KETUA UMUM DPP ASOSIASI INSTITUSI PENDIDIKAN TINGGI GIZI INDONESIA (AIPGI)

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat dan hidayah-Nya telah membuka hati dan pikiran para pakar gizi di Indonesia untuk menyusun buku yang sangat langka dan bagus ini dengan judul *Ilmu Gizi: Teori dan Aplikasi*. Apalagi sebagian besar penulisnya adalah dosen yang tergabung dalam Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Gizi Indonesia (AIPGI).

Kehadiran buku ini saya sambut dengan gembira karena isinya sangat komprehensif dan ditulis sesuai dengan kepakaran masing-masing. Mudah-mudahan buku ini dapat menambah referensi gizi, dan menjadi acuan dan inspirasi dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang gizi di masa yang akan datang.

Mengingat penerbitan buku ini sangat inspiratif, kami sarankan kepada pengelola dan para dosen di institusi pendidikan gizi untuk dapat melahirkan karya nyata dalam bentuk buku-buku lainnya sehingga akan menambah referensi, baik bagi mahasiswa, para dosen, maupun bagi *stakeholder* yang terkait dengan program gizi.

Akhirnya, ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis yang tekun dan serius serta berkolaborasi dengan baik, antara penulis dengan penulis, penulis dengan editor, dan penulis dengan penerbit sehingga buku ini dapat diterbitkan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Mudah-mudahan kehadiran buku ini bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan institusi Pendidikan Tinggi Gizi pada khususnya.

Prof. Dr. Hardinsyah, MS

KETUA DEWAN PIMPINAN PUSAT PERSATUAN AHLI GIZI INDONESIA (PERSAGI)

Puji syukur patut kita panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan petunjuk-Nya, buku *Ilmu Gizi: Teori dan Aplikasi* dapat diselesaikan sesuai jadwal yang telah ditentukan.

Dalam Anggaran Dasar dan Anggaran Rumah Tangga (AD-ART) PERSAGI yang disahkan dalam Kongres XIV tanggal 25 November 2014 di Yogyakarta, pada Pasal 6 dinyatakan bahwa salah satu tujuan didirikan PERSAGI adalah membina dan mengembangkan kemampuan profesional anggota, dan pada Pasal 7 dinyatakan bahwa salah satu upaya PERSAGI adalah memfasilitasi pengembangan kemampuan profesional bagi para anggota. Sebagai bentuk kegiatan pasal tersebut adalah mendorong para anggota PERSAGI untuk berkarya nyata dalam membuat buku ini.

Penyusunan buku ini merupakan salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan referensi tentang ilmu gizi dan aplikasinya di masyarakat. Kehadiran buku ini sangat penting artinya bagi mahasiswa gizi, para dosen gizi, para Ahli Gizi, petugas kesehatan terutama yang bergerak di bidang gizi, dan *stakeholder* yang terkait dengan gizi. Oleh sebab itu, kami sarankan kepada *stakeholder* terkait, buku ini dapat dijadikan sebagai salah satu referensi untuk melaksanakan tugas di tempat masing-masing.

Kami sangat bangga dengan kehadiran buku ini, karena ditulis oleh pakar gizi mulai dari Provinsi Aceh sampai Provinsi Papua yang kompeten di bidangnya masing-masing. Buku gizi sejenis ini merupakan buku pertama yang beredar di Indonesia. Mudah-mudahan kehadiran buku ini menjadi pemicu dan memacu para Ahli Gizi untuk dapat menghasilkan karya dalam bentuk buku lainnya di masa mendatang.

Kepada penulis dan editor semoga jerih payah yang telah dicapai ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi gizi serta dapat digunakan sebagai sumber informasi bagi pembaca pada umumnya. Akhirnya, kami sampaikan selamat dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada penulis, editor, dan penerbit yang telah berkolaborasi dengan baik sampai terwujudnya buku ini.

Dr. Minarto, MPS

DIREKTUR GIZI MASYARAKAT**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA**

Saat ini Indonesia mengalami tantangan serius mengenai kesehatan, satu diantaranya mengenai gizi. Permasalahan gizi sudah mulai dibahas sejak seseorang berada di dalam kandungan dan terus berlanjut hingga seseorang memasuki masa lanjut usia. Gizi juga berkaitan dengan penyakit salah satunya penyakit tidak menular, yang mana tren di Indonesia saat ini telah terjadi pergeseran dari penyakit menular ke penyakit tidak menular.

Hal yang dibahas dalam buku *Ilmu Gizi: Teori & Aplikasi* sudah cukup lengkap dan mampu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan. Manfaat adanya buku ini, bagi pemerintah sebagai salah satu bahan atau acuan dalam mengembangkan kebijakan, bagi dunia pendidikan sebagai bahan pembelajaran dengan isi materi yang komprehensif, dan bagi masyarakat umum untuk menambah pengetahuan yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Akhir kata, apresiasi dan terima kasih saya sampaikan kepada semua pihak yang telah turut berkontribusi dalam penyusunan buku *Ilmu Gizi: Teori & Aplikasi*. Semoga selanjutnya dapat terus melahirkan karya yang dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Ir. Doddy Izwardy, MA

DIREKTUR JENDERAL KESEHATAN MASYARAKAT
KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

Sejak dikenalnya ilmu gizi di Indonesia pada tahun 1950-an, hingga kini ilmu gizi terus berkembang dan dirasakan peran pentingnya untuk pembangunan kualitas sumber daya manusia Indonesia.

Perkembangan ilmu dan kebijakan pembangunan gizi di Indonesia ditandai dengan semakin banyaknya Perguruan Tinggi yang membuka jurusan atau peminatan gizi, publikasi dan *policy brief* yang disampaikan. Pada bagian lain, konsep dan arah pembangunan kualitas sumber daya manusia semakin menyadari pentingnya peran gizi dan ilmu gizi sebagai hal yang mendasari dalam penentuan kebijakan. Bahkan di tingkat dunia, agenda pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals* - SDGs) menempatkan gizi sebagai salah satu *goal* dan target yang harus dicapai pada tahun 2030.

Buku *Ilmu Gizi: Teori & Aplikasi* ini menjadi buku yang sangat penting untuk dipelajari, mengingat tulisannya bersumber dari para akademisi, praktisi gizi, dan penentu kebijakan yang dapat menjadi referensi dalam rangka lebih mengenali teori dan mengaplikasikan ilmu gizi.

Saya memberikan apresiasi dan terima kasih kepada para kontributor, editor, dan semua pihak yang telah berkontribusi sehingga buku ini bisa terbit. Semoga Allah SWT selalu memberikan bimbingan dan petunjuk serta perlindungan bagi kita semua dalam mewujudkan kesejahteraan masyarakat di Indonesia.

dr. Anung Sugihantono, M.Kes

KONTRIBUTOR



Alina Hizni, SKM, MPH
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Tasikmalaya



Bachyar Bakri, SKM, M.Kes
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Malang



Dr. Ir. Annis Catur Adi, M.Si
Departemen Gizi Kesehatan, Fakultas
Kesehatan Masyarakat Universitas
Airlangga Surabaya



Bastianus Doddy Riyadi, SKM, MM
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Malang



Ari Wijayanti, DCN, MPH, RD
RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo
Jakarta



Bernike Doloksaribu, SST, M.Kes
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Medan



Aripin Ahmad, S.Si.T., M.Kes
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Aceh



Prof. Ir. Dadang Sukandar, MSc., PhD
Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas
Ekologi Manusia, Institut Pertanian
Bogor



Dewi Sri Sumardilah, SKM, M.Kes
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Tanjungkarang



Etik Sulistyowati, SST., S.Gz., M.Kes
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Malang



Dian Handayani, SKM, M.Kes, PhD
Departemen Gizi Fakultas Kedokteran
Universitas Brawijaya Malang



Dr. Fauzi 'Arasj, SKM, M.Kes
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Padang



Didit Damayanti, M.Sc., DrPH
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Jakarta II



Prof. Dr. Hardinsyah, MS
Guru Besar Ilmu Gizi Departemen Gizi
Masyarakat FEMA IPB



Ir. Doddy Izwardy, MA
Direktorat Gizi Masyarakat Kementerian
Kesehatan Republik Indonesia



Hasan Aroni, SKM, MPH
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Malang



Prof. Dodik Briawan
Departemen Gizi Masyarakat Institut
Pertanian Bogor



I Dewa Nyoman Supariasa, MPS
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Malang



I Rai Ngardita, SKM, M.Kes
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Jayapura



Dr. Made Darawati, S.TP, M.Sc.
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Mataram



dr. Iskandar Zulkarnain, MSc.
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Jakarta II



Magdalena, A., M.Kes
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Banjarmasin
Fasilitator Penatalaksanaan Gizi Buruk
Dinkes Provinsi Kalimantan Selatan



Dr. Judiono, MPS
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Bandung



Manjilala, S.Gz., M.Gizi
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Makassar



Ni Komang Wiardani, SST., M.Kes
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Denpasar



dr. Maria Poppy Herlianty, M.Epid.
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Jakarta II



**Dr. Kun Aristiati Susiloretni,
SKM, M.Kes**
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Semarang



Mars Khendra Kusfriadhi, S.TP, MPH
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Palangkaraya



Martalena br Purba, MCN, PhD
Ketua ASDI dan Ahli Gizi Rumah
Sakit Umum Pusat Dr. Sardjito
Yogyakarta



Novian Swasono Hadi, SST, MPH
Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes
Gorontalo



Dr. Minarto, MPS
Ketua Umum DPP Persatuan Ahli Gizi
Pengurus Pergizi Pangan



Dr. Nurul Muslihah, SP, M.Kes
Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas
Kedokteran Universitas Brawijaya



**Prof. drh. M. Rizal Martua Damanik,
MRepSc, PhD**
Departemen Gizi Masyarakat Institut
Pertanian Bogor



Dr. Rimbawan
Departemen Gizi Masyarakat Institut
Pertanian Bogor



Mury Kuswari, S.Pd., M.Si
Departemen Gizi Universitas Esa
Unggul
Ketua Nutrisionis Olahraga dan
Kebugaran Indonesia (ANOKI)
Pendiri Gizi Kebugaran Indonesia



**Rosidah Inayati, SST., SGz.,
MM., RD**
Jurusan Gizi Rumah Sakit Umum
Dr. Saiful Anwar Malang



Nils Aria Zulfianto, M.Sc.
Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan
Kemenkes Jakarta II



Ruliana, SST, M.MKes., RD
Kepala Instalasi Gizi Rumah Sakit
Umum Dr. Saiful Anwar Malang
Ketua ASDI Korwil Malang Jawa
Timur



Sugeng Eko Irianto, MPS, PhD
WHO Indonesia



Dr. Tiurma Sinaga, MFSA
Departemen Gizi Masyarakat Institut
Pertanian Bogor



Dr. Susetyowati, DCN, M.Kes
Program Studi Ilmu Gizi Fakultas
Kedokteran Universitas Gadjah Mada



Triyani Kresnawan, DCN, M.Kes, RD
Instalasi Gizi RSUP Nasional Dr. Cipto
Mangunkusumo Jakarta



Titis Sari Kusuma, S.Gz, M.P
Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas
Kedokteran Universitas Brawijaya

PH
nkes

s
as
a

titut

n

Sakit

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	v	Bab 4	Protein	37
Sambutan	vii		<i>Didit Damayanti, M.Sc., DrPH</i>	
Kontributor	xi		Pendahuluan	37
Bagian 1 Ilmu Gizi	1		Komposisi dan Struktur	37
Bab 1 Sejarah dan Masa Depan Ilmu Gizi	2		Fungsi Protein	37
<i>Prof. Dr. Hardinsyah, MS</i>			Asam Amino	38
Pendahuluan	2		Pencernaan dan	
Gizi dan Ilmu Gizi	3		Penyerapan Protein	40
Perkembangan Ilmu Gizi	4		Metabolisme Protein	
Masa Depan Ilmu Gizi	8		dan Asam Amino	42
Ringkasan	9		Kebutuhan, Sumber dalam	
Glosarium	9		Makanan, dan Konsumsi Protein	43
Daftar Singkatan	10		Evaluasi Mutu Protein	44
Daftar Pustaka	10		Defisiensi Protein	46
Bab 2 Gizi dan Makanan	12		Ringkasan	47
<i>Mars Khendra Kusfriyadi, S.TP, MPH</i>		Bab 5	Glosarium	48
Pendahuluan	12		Daftar Singkatan	49
Pangan dan Makanan	12		Daftar Pustaka	49
Ringkasan	21		Lemak	51
Glosarium	21		<i>Bernike Doloksaribu, SST, M.Kes</i>	
Daftar Singkatan	23		Pendahuluan	51
Daftar Pustaka	23		Struktur Kimia Lemak	51
Bab 3 Karbohidrat	25		Penggolongan Lemak	51
<i>Dr. Ir. Annis Catur Adi, M.Si.</i>			Klasifikasi Lemak	52
Pendahuluan	25		Sumber Lemak	53
Apa Itu Karbohidrat?	25		Proses Pencernaan dan Absorpsi	
Klasifikasi Karbohidrat	26		Lemak dalam Tubuh	53
Jenis dan Sumber Karbohidrat			Metabolisme Lemak dalam Tubuh	53
Sederhana dan Kompleks	28		Fungsi Lemak	55
Fungsi Karbohidrat	29		Ringkasan	55
Pencernaan, Penyerapan,			Glosarium	56
Ekskresi, dan Metabolisme			Daftar Singkatan	58
Karbohidrat	30		Daftar Pustaka	58
Kebutuhan Karbohidrat	32		Vitamin	59
Isu Kesehatan yang		Bab 6	<i>Aripin Ahmad, S.Si. T., M.Kes</i>	
Berhubungan dengan Karbohidrat	32		Pendahuluan	59
Ringkasan	34		Pengertian Vitamin	59
Glosarium	34		Jenis dan Klasifikasi Vitamin	60
Daftar Singkatan	35		Penyerapan Vitamin	62
Daftar Pustaka	36		Transportasi Vitamin	62
			Penyimpanan Vitamin	
			dalam Tubuh	66
			Ekskresi Vitamin	66

	Bioavailabilitas Vitamin	66			
	Fungsi Vitamin	68			
	Dampak Defisiensi Vitamin	72			
	Dampak Kelebihan Vitamin	75			
	Sumber Vitamin	77			
	Kebutuhan Vitamin	77			
	Ringkasan	81			
	Glosarium	82			
	Daftar Singkatan	82			
	Daftar Pustaka	83			
Bab 7	Mineral	84			
	<i>Dr. Made Darawati, S.TP, M.Sc.</i>				
	Pendahuluan	84			
	Mineral Makro	84			
	Mineral Mikro	87			
	Ringkasan	95			
	Glosarium	96			
	Daftar Singkatan	97			
	Daftar Pustaka	98			
Bab 8	Air	99			
	<i>Novian Swasono Hadi, SST, MPH</i>				
	Pendahuluan	99			
	Pengertian Air	99			
	Fungsi dan Kebutuhan Air	100			
	Air Minum	100			
	Distribusi Air dalam Tubuh	101			
	Dampak Kekurangan dan Kelebihan Air	102			
	Ringkasan	103			
	Glosarium	104			
	Daftar Singkatan	104			
	Daftar Pustaka	105			
Bagian 2	Penilaian Status Gizi	107			
Bab 9	Penilaian Status Gizi Secara Klinis	108			
	<i>dr. Maria Poppy Herlianty, M.Epid.</i>				
	Pendahuluan	108			
	Penilaian Klinis Berfokus Gizi	108			
	Riwayat Medis Terkait Gizi	108			
	Pemeriksaan Fisik Berfokus Gizi	109			
	Manfaat dan Indikasi				
	Pemeriksaan Fisik	109			
	Keunggulan dan Kelemahan				
	Pemeriksaan Fisik	118			
	Klasifikasi dan Interpretasi				
	Pemeriksaan Fisik	118			
	Ringkasan	122			
	Glosarium	122			
	Daftar Singkatan	125			
	Daftar Pustaka	125			
Bab 10	Penilaian Status Gizi Secara Biokimia	126			
	<i>Manjilala, S.Gz., M.Gizi</i>				
	Pendahuluan	126			
	Penilaian Biokimia				
	Zat Gizi Makro	126			
	Penilaian Biokimia				
	Zat Gizi Mikro	129			
	Ringkasan	130			
	Glosarium	131			
	Daftar Singkatan	131			
	Daftar Pustaka	132			
Bab 11	Penilaian Status Gizi Secara Antropometri	133			
	<i>I Dewa Nyoman Supariasa, MPS</i>				
	Pendahuluan	133			
	Antropometri	133			
	Ringkasan	138			
	Glosarium	138			
	Daftar Singkatan	139			
	Daftar Pustaka	139			
Bab 12	Survei Konsumsi Makanan	140			
	<i>Dr. Fauzi 'Arasj, SKM, M.Kes</i>				
	Pendahuluan	140			
	Survei Konsumsi Makanan	141			
	Tujuan Survei				
	Konsumsi Makanan	143			
	Metode Pengukuran	143			
	Kesalahan dalam Pengukuran				
	Konsumsi Makanan	154			
	Penggunaan Metode Survei Konsumsi Makanan di Berbagai Penelitian	154			
	Ringkasan	155			
	Glosarium	155			
	Daftar Singkatan	156			
	Daftar Pustaka	157			
Bagian 3	Gizi dalam Daur Kehidupan	159			
Bab 13	Gizi Remaja	160			
	<i>Dr. Sùsetyowati, DCN, M.Kes</i>				
	Pendahuluan	160			
	Penilaian Status Gizi	161			
	Kebutuhan Gizi	162			
	Masalah Gizi dan Kesehatan pada Masa Remaja	165			
	Ringkasan	167			
	Glosarium	167			
	Daftar Singkatan	168			
	Daftar Pustaka	169			

126	Bab 14	Gizi Ibu Hamil	170	Faktor yang Memengaruhi Konsumsi Pangan	210
		<i>Dr. Made Darawati, S.TP., M.Sc.</i>		Faktor yang Memengaruhi Kebutuhan Gizi Usia Dewasa	211
126		Pendahuluan	170	Kecukupan Gizi Usia Dewasa	212
126		Karakteristik Kehamilan	170	Keseimbangan Energi Usia Dewasa	213
126		Permasalahan Gizi pada Ibu Hamil	172	Permasalahan Gizi Usia Dewasa	215
129		Gizi Seimbang untuk Ibu Hamil	174	Ringkasan	218
130		Rekomendasi WHO Tentang		Glosarium	218
131		Perawatan Antenatal Ibu Hamil	179	Daftar Singkatan	219
131		Ringkasan	179	Daftar Pustaka	219
132		Glosarium	180		
132		Daftar Singkatan	181		
132		Daftar Pustaka	181		
133					
	Bab 15	Gizi Bayi dan Balita	182	Bagian 4 Pedoman Gizi	221
133		<i>Dr. Susetyowati, DCN, M.Kes</i>		Bab 18	Pedoman Gizi Sebagai Instrumen Pendidikan Gizi
133		Pendahuluan	182		222
138		Penilaian Status Gizi Bayi dan Balita	182	<i>Dr. Kun Aristiati Susiloretni, SKM, M.Kes</i>	
138		Kebutuhan Gizi pada Bayi dan Balita	184	Pendahuluan	222
139		Pemberian Makanan Masalah Gizi pada Bayi dan Balita	187	Pedoman Gizi	222
140		Ringkasan	189	Pedoman Gizi: <i>'Food-Based Vs Nutrient Based'</i>	223
140		Glosarium	190	Pengembangan Pedoman Gizi Berdasarkan PGBBP	224
141		Daftar Singkatan	191	Mempromosikan Kebiasaan Makan Makanan Sehat	226
141		Daftar Pustaka	192	Pedoman Gizi untuk Pendidikan Gizi	226
143				Ringkasan	227
143				Glosarium	227
143				Daftar Singkatan	228
143				Daftar Pustaka	228
154	Bab 16	Gizi pada Anak Usia Sekolah	194	Bab 19	Pedoman Gizi di Mancanegara dan Indonesia
154		<i>Prof. Dodik Briawan</i>			229
154		Pendahuluan	194	<i>Prof. Dr. Hardinsyah, MS</i>	
154		Masalah Gizi pada Anak Sekolah	194	Pendahuluan	229
155		Kebutuhan Gizi untuk Anak Sekolah	197	Pedoman Gizi	229
155		Gizi Seimbang untuk Anak Sekolah	198	Dasar Pertimbangan Perumusan Pedoman Gizi	230
156		Pangan Jajanan Anak Sekolah (PJAS)	202	Pesan Gizi dalam Pedoman Gizi di Berbagai Negara	231
157		Anemia dan Kecerdasan Anak Sekolah	204	Empat Sehat Lima Sempurna Disempurnakan Menjadi Gizi Seimbang	239
159		Ringkasan	206	Ringkasan	241
160		Glosarium	207	Glosarium	242
160		Daftar Pustaka	207	Daftar Singkatan	242
161				Daftar Pustaka	243
162	Bab 17	Gizi Dewasa	209		
162		<i>Alina Hizni, SKM, MPH</i>			
165		Usia Dewasa	209		
167		Pemantauan Status Gizi Usia Dewasa	209		
167					
168					
169					

Bagian 5	Gizi Klinik	245
Bab 20	Interaksi Obat dan Makanan	246
	<i>dr. Iskandar Zulkarnain M.Sc</i>	
	Pendahuluan	246
	Risiko Interaksi Obat-Makanan	247
	Pengaruh Makanan Terhadap Obat	248
	Penatalaksanaan Interaksi Obat dan Makanan	253
	Manfaat Meminimalkan Interaksi Obat-Makanan	254
	Ringkasan	255
	Glosarium	255
	Daftar Singkatan	256
	Daftar Pustaka	256
Bab 21	Pangan Fungsional dan Kesehatan Masyarakat	257
	<i>Dr. Judiono, MPS</i>	
	Pendahuluan	257
	Definisi Pangan Fungsional	257
	Persyaratan Pangan Fungsional	259
	Aneka Ragam Pangan Fungsional	259
	Keuntungan Adanya	
	Komponen Aktif	262
	Ringkasan	268
	Glosarium	269
	Daftar Singkatan	270
	Daftar Pustaka	271
Bab 22	Penatalaksanaan Gizi Buruk	272
	<i>Magdalena, A., M.Kes</i>	
	Pendahuluan	272
	Pengertian Gizi Buruk	272
	Penyebab Gizi Buruk	272
	Tanda dan Gejala Klinis Anak Gizi Buruk	273
	Terapi Gizi pada Anak Gizi Buruk	274
	Pembuatan Formula Therapeutic Feeding Center (TFC)	276
	Ringkasan	277
	Glosarium	277
	Daftar Singkatan	278
	Daftar Pustaka	279
Bab 23	Penatalaksanaan Diet Obesitas	280
	<i>Ni Komang Wiardani, SST., M.Kes</i>	
	Pendahuluan	280
	Obesitas	280

	Obesitas pada Masa Anak Anak	282
	Patofisiologi Obesitas	283
	Etiologi Obesitas	283
	Dampak Obesitas	286
	Pencegahan Obesitas	288
	Penatalaksanaan Obesitas	290
	Penatalaksanaan Terapi Gizi pada Obesitas	292
	Contoh Menu	299
	Ringkasan	302
	Glosarium	303
	Daftar Singkatan	305
	Daftar Pustaka	305
Bab 24	Asuhan Gizi pada Hipertensi	308
	<i>Martalena Br Purba, MCN, PhD</i>	
	Pendahuluan	308
	Patofisiologi Hipertensi	308
	Penyebab dan Dampak Hipertensi	310
	Hubungan Status Gizi dan Asupan Lemak dengan Hipertensi	310
	Hubungan Asupan Natrium dan Kalium dengan Hipertensi	311
	Pengaturan Gizi pada Hipertensi	311
	Proses Asuhan Gizi Terstandar (PAGT) pada Penderita Hipertensi	312
	Ringkasan	314
	Glosarium	314
	Daftar Singkatan	315
	Daftar Pustaka	316
Bab 25	Asuhan Gizi pada Penyakit Ginjal Kronik	318
	<i>Triyani Kresnawan, DCN, M.Kes, RD</i>	
	Pendahuluan	318
	Pengkajian Gizi Pasien Penyakit Ginjal Kronik	319
	Diagnosis Gizi	321
	Intervensi Gizi	321
	Contoh Menu	325
	Mineral pada Penyakit Ginjal Kronik (PGK)	327
	Monitoring dan Evaluasi	328
	Ringkasan	328
	Glosarium	329
	Daftar Singkatan	330
	Daftar Pustaka	330

Bab 20

Bab 2

Bab

Bab

Bab 32	Pelayanan Gizi Rumah Sakit	401			
	<i>Ruliana, SST, M. M.Kes, RD</i>				
	Pendahuluan	401			
	Ketenagaan	402			
	Tata Laksana Pelayanan Gizi Rumah Sakit	402			
	Pelayanan Gizi Rawat Jalan	405			
	Penyelenggaraan Makanan	406			
	Penyuluhan Gizi dan Promosi Kesehatan Rumah Sakit	408			
	Penelitian dan Pengembangan Gizi Terapan	409			
	Ringkasan	409			
	Glosarium	410			
	Daftar Singkatan	411			
	Daftar Pustaka	412			
Bab 33	Gizi Tenaga Kerja	413			
	<i>Dewi Sri Sumardilah, SKM, M.Kes</i>				
	Pendahuluan	413			
	Beberapa Pengertian Gizi dan Produktivitas Kerja	414			
	Masalah Gizi Tenaga Kerja di Indonesia	414			
	Kebutuhan Gizi Tenaga Kerja	417			
	Penyelenggaraan Makan Bagi Tenaga Kerja	419			
	Penyusunan Menu untuk Tenaga Kerja	422			
	Ringkasan	424			
	Glosarium	424			
	Daftar Singkatan	424			
	Daftar Pustaka	425			
Bab 34	Gizi Anak Sekolah	426			
	<i>Dr. Tiurma Sinaga, MFSA</i>				
	Pendahuluan	426			
	Pengukuran Status Gizi Anak Sekolah	426			
	Masalah Gizi Anak Sekolah	427			
	Perbaikan Gizi Anak Sekolah	428			
	Kantin atau Warung Sekolah	429			
	Kebutuhan Gizi Anak Sekolah	430			
	Ringkasan	431			
	Glosarium	432			
	Daftar Singkatan	432			
	Daftar Pustaka	433			
Bab 35	Gizi Olahraga	434			
	<i>Mury Kuswari, S.Pd., M.Si</i>				
	Pendahuluan	434			
	Perkembangan Gizi Olahraga	434			
	Gizi Sebelum Latihan	435			
	Gizi Saat Latihan/Pertandingan	438			
	Gizi Setelah Latihan	439			
	Pentingnya Kehadiran Ahli Gizi	439			
	Ringkasan	440			
	Glosarium	440			
	Daftar Pustaka	441			
Bagian 7	Gizi Masyarakat	443			
Bab 36	Perencanaan Gizi	444			
	<i>I Dewa Nyoman Supriasa, MPS</i>				
	Pendahuluan	444			
	Pengertian Perencanaan Gizi	444			
	Dokumen Perencanaan Program Gizi	445			
	Tahap Perencanaan Gizi	446			
	Evaluasi Perencanaan Gizi	452			
	Ringkasan	454			
	Glosarium	455			
	Daftar Singkatan	455			
	Daftar Pustaka	456			
Bab 37	Pendidikan dan Advokasi Gizi	457			
	<i>Dr. Nurul Muslihah, SP, M.Kes</i>				
	Pendahuluan	457			
	Pendidikan Gizi	457			
	Advokasi Gizi	459			
	Kajian Pencegahan <i>Stunting</i> pada Baduta Sebagai Bahan Advokasi Gizi	462			
	Peran Ahli Gizi dalam Pendidikan dan Advokasi Gizi	462			
	Ringkasan	464			
	Glosarium	465			
	Daftar Singkatan	465			
	Daftar Pustaka	466			
Bab 38	Pengembangan Media Pendidikan Gizi	467			
	<i>Hasan Aroni, SKM, MPH</i>				
	Pendahuluan	467			
	Pendidikan Gizi	467			
	Ringkasan	470			
	Glosarium	471			
	Daftar Singkatan	472			
	Daftar Pustaka	472			
Bab 39	Monitoring dan Evaluasi Program Gizi Masyarakat	473			
	<i>Sugeng Eko Irianto, MPS, PhD</i>				
	Pendahuluan	473			
	Pengertian	473			
	Tujuan Monitoring dan Evaluasi	474			
	Monitoring dan Evaluasi	474			

n	438	Tujuan Monitoring dan		Agenda Penelitian Global di	
	439	Evaluasi Program Gizi	477	Bidang Gizi	500
izi	439	Ringkasan	478	Agenda Penelitian Gizi	
	440	Glosarium	478	di Indonesia	501
	440	Daftar Singkatan	479	Ringkasan	503
	441	Daftar Pustaka	479	Glosarium	504
				Daftar Singkatan	505
				Daftar Pustaka	505
443	Bab 40	Kebijakan dan Program		Bab 43	Aplikasi Statistika dalam
		Gizi Masyarakat Indonesia	480		Penelitian Gizi
					506
	444	<i>Ir. Doddy Izwardy, MA</i>			<i>Prof. Ir. Dadang Sukandar, M.Sc., PhD</i>
		Pendahuluan	480		Pendahuluan
	444	Arti Kebijakan dalam			Statistika dalam Penentuan
	444	Konteks Gizi Masyarakat	480		Status Gizi Secara Antropometri
		Perkembangan Kebijakan			Statistika dalam Pengukuran
	445	Program Gizi	481		Asupan dan Kecukupan Gizi
	446	Faktor yang Memengaruhi			Sampling
	452	Aplikasi Kebijakan Program			Pendugaan Parameter
	454	Gizi di Masyarakat	482		Hipotesis Statistika
	455	Kebijakan Program Gizi 2017	486		Asosiasi, Korelasi, dan Regresi
	455	Ringkasan	488		Statistika Non-Parametrik
	456	Glosarium	489		Rancangan Percobaan
	457	Daftar Singkatan	489		Probabilistik dan Deterministik
		Daftar Pustaka	490		Program Matematis
					Ringkasan
	457	Bab 41	Surveilans Gizi		Glosarium
			491		Daftar Singkatan
	457	<i>Nils Aria Zulfiyanto, M.Sc.</i>			Daftar Pustaka
	459	Pendahuluan	491	Bab 44	Peluang dan Manajemen Usaha
		Pengertian	491		di Bidang Gizi
		Manfaat Surveilans Gizi	492		517
	462	Tujuan Surveilans Gizi	492		<i>Bastianus Doddy Riyadi, SKM, MM</i>
		Fungsi dan Ruang Lingkup	492		Pendahuluan
	462	Prinsip Dasar	493		Kewirausahaan
	464	Metode	493		Teknik dan Strategi Pemasaran
	465	Pengguna Informasi	493		Manajemen Usaha Bidang Gizi
	465	Indikator	494		Glosarium
	466	Pelaksanaan Surveilans Gizi			Daftar Singkatan
		di Indonesia	494		Daftar Pustaka
	467	Pemantauan Status Gizi	495	Bab 45	Pengalaman Mendirikan
		Ringkasan	495		Katering Diet
		Glosarium	496		546
	467	Daftar Singkatan	496		<i>Dian Handayani, SKM, M.Kes, PhD</i>
	467	Daftar Pustaka	496		Pendahuluan
	470				Katering Diet
	471	Bagian 8	Penelitian dan		Cara Mendirikan Usaha
	472		Wirausaha Gizi		Katering Diet
	472		497		Alir Kerja Katering Diet
		Bab 42	Penelitian Gizi di Indonesia		Kendala dalam Pengelolaan
			498		Katering Diet
	473	<i>Prof. drh. M. Rizal Martua Damanik,</i>			Ringkasan
		<i>MRepSc, PhD</i>			Glosarium
		Pendahuluan	498		
	473	Tantangan dan Masalah Gizi	498		
	474	di Tingkat Global	498		
aluasi	474	Beban Gizi Ganda di Indonesia	500		
	474				

	Daftar Singkatan	553	Bab 48	Hukum dan Praktik Tenaga Gizi di Indonesia	573
	Daftar Pustaka	553		<i>I Dewa Nyoman Supariasa, MPS</i>	
Bagian 9	Uji Kompetensi dan Sertifikasi	555		Pendahuluan	573
Bab 46	Uji Kompetensi Tenaga Gizi	556		Tenaga Kesehatan dan Gizi	574
	<i>Dr. Rimbawan</i>			Kode Etik Profesi Gizi	577
	Pendahuluan	556		Peraturan Perundang-Undangan Terkait Gizi	578
	Dasar Hukum	556		Praktik Tenaga Gizi	579
	Pentingnya Pelaksanaan			Malpraktik	581
	Uji Kompetensi	557		Ringkasan	582
	Persyaratan Peserta			Glosarium	582
	Uji Kompetensi Tenaga Gizi	558		Daftar Singkatan	584
	Batasan Keikutsertaan			Daftar Pustaka	584
	Uji Kompetensi Tenaga Gizi	558	Lampiran A		585
	Metode dan Materi Uji		Lampiran B		597
	Kompetensi Tenaga Gizi	558	Lampiran C		599
	Waktu dan Pembiayaan Uji		Lampiran D		600
	Kompetensi Mahasiswa Gizi	561	Lampiran E		602
	Implementasi Uji Kompetensi	561	Indeks		605
	Uji Kompetensi Sebagai				
	Persiapan Menghadapi Era MEA	562			
	Ringkasan	562			
	Glosarium	563			
	Daftar Singkatan	563			
	Daftar Pustaka	564			
Bab 47	Sertifikasi Profesi Gizi	565			
	<i>Dr. Minarto, MPS</i>				
	Pendahuluan	565			
	Sistem Pendidikan Gizi	566			
	Prosedur Registrasi Tenaga Gizi	567			
	Ringkasan	570			
	Glosarium	571			
	Daftar Singkatan	572			
	Daftar Pustaka	572			

KARBOHIDRAT

Dr. Ir. Annis Catur Adi, M.Si

PENDAHULUAN

Manusia mengonsumsi makanan untuk kelangsungan hidup. Setiap makanan yang dikonsumsi sehari-hari mengandung zat gizi yang bervariasi, baik jenis maupun jumlahnya. Di antara zat-zat gizi yang diperlukan tubuh tersebut, sebagai sumber energi utama tubuh diperoleh dari karbohidrat khususnya, sehingga tidak mengherankan apabila makanan sumber utama karbohidrat tersebut biasanya menempati proporsi terbesar dalam susunan hidangan makanan sehari-hari dan sumber kalori makanan untuk sebagian besar masyarakat dunia. Dalam hidangan makanan masyarakat Asia, termasuk masyarakat Indonesia, umumnya kandungan karbohidrat dapat mencapai 70–80%. Karbohidrat yang merupakan bahan hidangan diperoleh dari bahan pangan yang berasal dari tanam-tanaman. Pada masyarakat di negara sedang berkembang, karbohidrat yang dikonsumsi pada umumnya berasal dari biji-bijian (sereal), umbi, buah-buahan, dan sayur-sayuran, sedangkan di negara maju makanan-makanan yang manis sering kali menggantikan biji-bijian (sereal), buah-buahan, dan sayur-sayuran tersebut sebagai sumber karbohidrat.

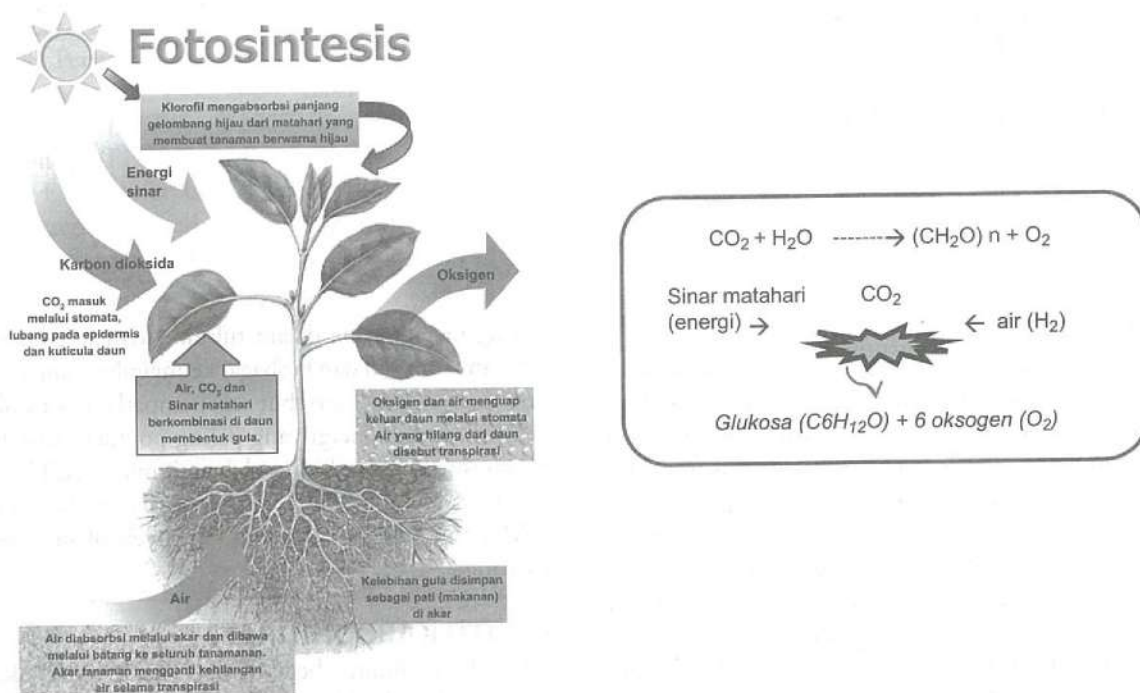
Karbohidrat merupakan zat makanan yang paling cepat menyuplai energi sebagai bahan bakar tubuh, terutama saat tubuh dalam kondisi lapar. Dalam kondisi lapar, makanan yang dipilih cenderung untuk segera mengatasi rasa lapar sehingga makanan yang mengandung karbohidrat menjadi pilihan. Setelah makanan yang mengandung karbohidrat dikonsumsi, karbohidrat akan segera dioksidasi untuk memenuhi kebutuhan energi. Alasan makanan yang mengandung karbohidrat sering kali dipilih sebagai sumber utama energi, selain karena aspek kepraktisan, yaitu relatif murah, mudah diperoleh, dan mudah disimpan, juga dari aspek biologis sangat esensial menyediakan bahan dasar untuk proses-proses

penting metabolisme dalam tubuh. Adanya karakteristik khas yang dimiliki dan berbagai keunggulan yang terdapat pada karbohidrat tersebut menempatkan karbohidrat menjadi sumber energi yang paling populer. Adalah sulit mengonsumsi karbohidrat dalam jumlah sedikit, tetapi sebaliknya relatif mudah mengonsumsi karbohidrat secara berlebihan hingga berisiko menyebabkan masalah kesehatan.

APA ITU KARBOHIDRAT?

Istilah karbohidrat, berasal dari kata hidrat karbon (*hydrates of carbon*) atau yang populer dikenal dengan sebutan hidrat arang atau sakarida (dari bahasa Yunani *sakcharon* yang berarti gula). Karbohidrat adalah zat gizi berupa senyawa organik yang terdiri dari atom karbon, hidrogen, dan oksigen yang digunakan sebagai bahan pembentuk energi. Di dalam tumbuhan, ketiga zat tersebut terlibat dalam suatu proses yang populer dengan sebutan proses fotosintesis (Gambar 3.1).

Tanaman yang berada di sekitar kita, menggunakan senyawa karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) dengan bantuan energi (sinar matahari) dan pigmen hijau daun (klorofil) untuk memproduksi karbohidrat yang biasa kita makan. Proses kimia yang terjadi secara alamiah dan kompleks tersebut adalah proses fotosintesis. Melalui proses fotosintesis, senyawa yang berada di sekitar tanaman, yaitu air yang berasal dari tanah dan karbon dioksida yang berasal dari udara, dengan bantuan sinar matahari dan adanya butir hijau daun (klorofil) bereaksi dan memungkinkan daun membentuk glukosa sebagai bahan energi dan melepaskan oksigen. Energi yang terbentuk selama proses fotosintesis, tersimpan menyebar di bagian-bagian tanaman, yaitu daun, batang, akar, biji, serta buah. Proses fotosintesis secara sederhana diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 3-1 Fotosintesis. (sumber: <http://rismanbiologifungi.blogspot.co.id/2014/>.)

Karbohidrat sebagian besar disusun dari karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) dengan rasio secara berurutan 1 : 2 : 1. Formula secara umum adalah $(CH_2O)_n$, merupakan jumlah (kali) dari rasio. Sebagai contoh, formula glukosa adalah $C_6H_{12}O_6$ atau $(CH_2O)_6$.

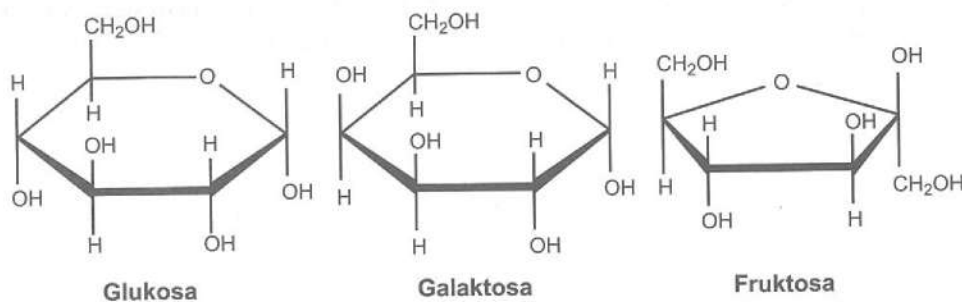
KLASIFIKASI KARBOHIDRAT

Karbohidrat dapat diklasifikasikan dengan beberapa cara yang berbeda. Karbohidrat dalam makanan berdasarkan struktur molekul kimianya dapat berbentuk sederhana (monomerik dan dimerik) maupun kompleks (polimerik), sedangkan berdasarkan sifat pencernaan, dapat dibedakan karbohidrat yang dapat dicerna dan tidak dapat dicerna.

Jenis karbohidrat dalam makanan berdasarkan struktur molekulnya (jumlah unit monomerik), dapat diklasifikasikan sebagai monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Bentuk molekul karbohidrat yang paling

sederhana disebut gula atau sakarida, sedangkan awalan seperti “mono” (satu), “di” (dua), “tri” (tiga), “oligo” (beberapa), dan “poli” (banyak) mengacu pada jumlah gula yang berikatan. Gula dalam bentuk gula tunggal (*single sugar*) atau gula ganda (*double sugars*) biasa dinamakan *monosaccharides* dan *disaccharides*, sedangkan bentuk kompleks karbohidrat adalah *polysaccharides*, yang dikenal di antaranya adalah pati (*starches*) dan serat (*fibers*).

Monosakarida tidak dapat dihidrolisis untuk menjadi bentuk yang sederhana lagi, sedangkan disakarida dapat dihidrolisis dan menghasilkan 2 molekul monosakarida. Oligosakarida dihidrolisis menghasilkan 3 sampai 9 monosakarida, sedangkan polisakarida menghasilkan lebih dari 10 unit sampai 10.000 unit atau lebih. Struktur monosakarida (Gambar 3.2), disakarida (Gambar 3.3), dan polisakarida yaitu pati (Gambar 3.4), adalah sebagai berikut.



Gambar 3-2 Struktur monosakarida.

Gan

Gan

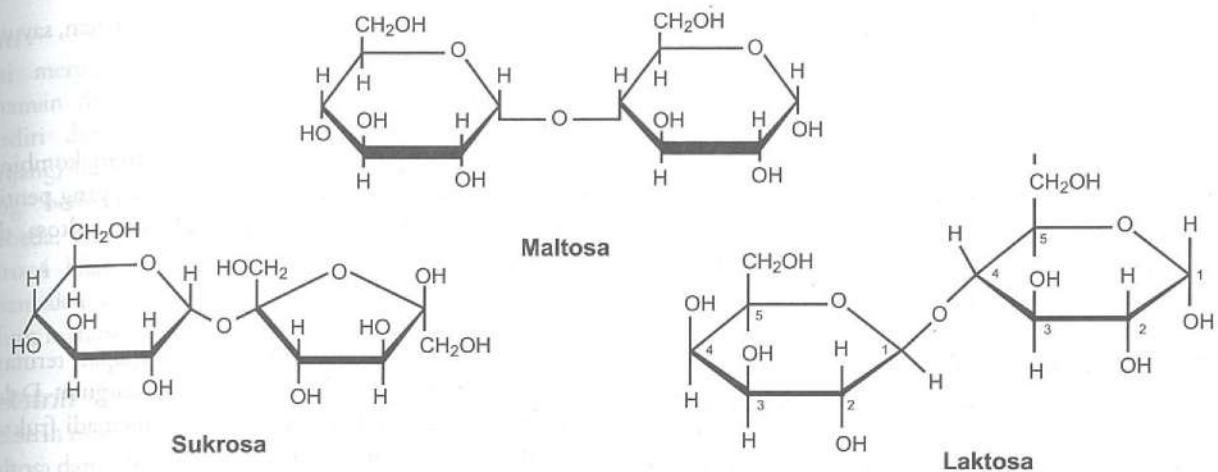
Klas kom

Tak

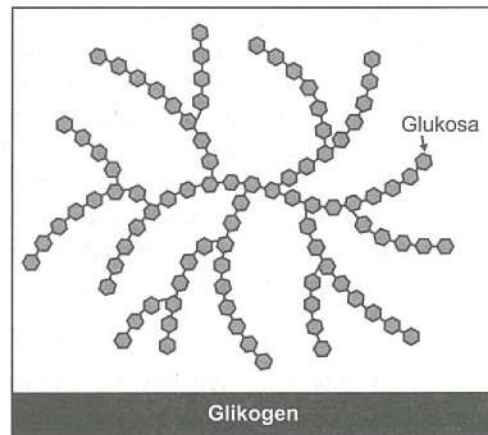
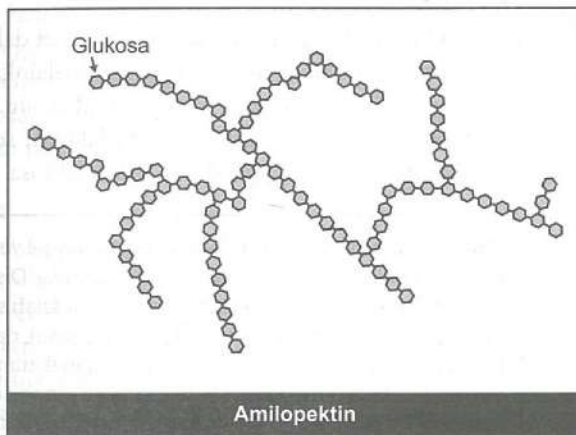
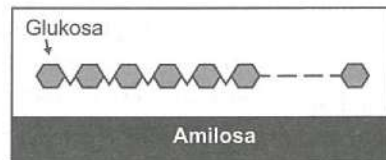
Gul

Olig

Poli



Gambar 3-3 Struktur disakarida.



Gambar 3-4 Struktur polisakarida (pati).

Klasifikasi karbohidrat utama beserta subkelompok dan komponen penyusunnya berdasarkan tingkat polimerasi (jumlah unit monomerik) disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Karbohidrat utama, subkelompok, dan komponen penyusunnya

Kelompok (Jumlah Unit Monomerik)	Sub-kelompok	Komponen
Gula (1-2)	Monosakarida Disakarida Poliols (gula beralkohol)	Glukosa, galaktosa, fruktosa Sukrosa, laktosa, maltosa Sorbitol, manitol
Oligosakarida (3-9)	Maltoolisakarida Olisakarida lainnya	Maltodekstrin Raffinosa, stachyosa, fruktoolisakarida
Polisakarida (>9)	Pati Polisakarida non-pati	Amilosa, amilopektin, pati modifikasi Selulosa, hemi-selulosa, pektin, hidrokoloid

JENIS DAN SUMBER KARBOHIDRAT SEDERHANA DAN KOMPLEKS

Karbohidrat dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah unit gula atau sakarida yang menjadi struktur penyusunnya. Monosakarida dan disakarida dikategorikan sebagai karbohidrat sederhana karena ukuran dan strukturnya relatif kecil, sedangkan polisakarida, pati, dan serat jenis tertentu dapat dinamakan karbohidrat kompleks berdasarkan ukuran yang besar dan struktur yang kompleks.

Monosakarida ($C_6H_{12}O_6$)

Monosakarida atau gula tunggal, merupakan gula dengan bentuk yang paling sederhana. Monosakarida yang terdapat dalam bentuk bebas dalam makanan adalah glukosa dan fruktosa, sedangkan galaktosa dan manosa terdapat dalam bentuk terikat dalam makanan.

Glukosa

Glukosa merupakan gula yang terpenting bagi metabolisme tubuh, yang mempunyai 6-karbon (heksosa); produk utama yang dibentuk dari hidrolisis karbohidrat kompleks dalam proses pencernaan; dan dalam sel, glukosa dioksidasi untuk menghasilkan energi dan disimpan dalam hati dan otot sebagai glikogen. Glukosa dikenal juga sebagai gula fisiologis, gula anggur, atau dekstrosa. Sumber glukosa dapat diperoleh dari makanan maupun hasil pencernaan. Makanan yang mengandung glukosa dapat ditemukan pada buah-buahan, jagung (terutama jagung manis), sejumlah akar dan madu. Hasil pencernaan dari pati dengan proses memecah pati menjadi dextrin kemudian dengan bantuan enzim dipecah menjadi maltosa hingga akhirnya dihasilkan 2 molekul gula glukosa.

Fruktosa

Fruktosa merupakan gula yang termanis dibandingkan jenis gula lain. Dikenal juga sebagai gula asal buah-buahan dan juga memiliki nama lain livolosa. Seperti halnya glukosa, fruktosa juga memiliki 6-karbon (heksosa). Sumber fruktosa dengan teknologi dapat dibuat dari glukosa, selain dari gula bit atau gula tebu.

Galaktosa

Galaktosa merupakan gula khusus yang tidak terdapat dalam bentuk bebas di alam, tetapi terdapat pada bahan hewani, yaitu air susu. Diproduksi dari laktosa (gula dalam susu) dengan cara hidrolisis dalam proses pencernaan.

Manitol dan sorbitol

Mannitol dan sorbitol merupakan alkohol heksahidrik yang masing-masing merupakan turunan dari glukosa dan manosa serta memiliki taraf kemanisan sama dengan glukosa. Sorbitol memiliki mempunyai nilai kalori sama

dengan glukosa dan terdapat dalam buah-buahan, sayuran dan produk-produk diet.

Disakarida ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

Disakarida atau gula rangkap terbentuk dari kombinasi dua monosakarida dan air. Terdapat 3 jenis yang penting ditemukan dalam makanan, yaitu sukrosa, maltosa, dan laktosa.

Sukrosa

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

Maltosa

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

Laktosa

Laktosa merupakan gula utama yang terdapat dalam susu. Laktosa tidak terdapat dalam tanaman, melainkan hanya dijumpai pada susu hewan menyusui dan air susu ibu (ASI). Susu sapi mengandung 4–6% laktosa, sedangkan susu manusia (ASI) mengandung 5–8% laktosa.

Dalam ilmu gizi, monosakarida atau gula tunggal yang penting adalah glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Disakarida atau gula rangkap yang penting dalam diet adalah sukrosa (glukosa + fruktosa), maltosa (glukosa + glukosa), dan laktosa (glukosa + galaktosa), terikat dengan ikatan *alpha* dan *beta*. Pada penyerapan dalam tubuh, sebagian besar karbohidrat pada akhirnya diubah menjadi glukosa oleh hati.

Oligosakarida

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

Polisakarida

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

Pati

Pati merupakan karbohidrat yang tersimpan dalam tanaman dan terdapat dalam 2 bentuk, yaitu amilosa (terdiri dari molekul-molekul glukosa dengan rantai panjang) dan amilopektin, meskipun dengan komposisi yang berbeda-beda. Meskipun mempunyai struktur berbeda, pati mempunyai kandungan kalori yang sama, yaitu 4 kkal/gram. Pati terutama terdapat dalam biji-bijian, akar, sayuran, leguminosa, serta buah-buahan yang belum matang.

Dekstrin

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

Glikogen

Glikogen dikenal juga sebagai *animal starch* yang merupakan polisakarida dengan rantai bercabang-cabang yang menyerupai amilopektin, dengan berat molekul berkisar dari 1 juta sampai 4 juta. Glikogen tersimpan dalam hati dan jaringan otot, dalam keadaan normal terdapat 340 gram glikogen. Glikogen dalam tubuh dipergunakan untuk menyuplai energi bagi jaringan tubuh. Glikogen hanya terdapat dalam bahan-bahan makanan hewani, itu pun dalam jumlah yang sangat sedikit.

Selulosa

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

Hemiselulosa

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

Serat Makanan (Fiber)

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

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

- Amilosa, amilopektin, dan glikogen, serta semua bentuk simpanan dari glukosa adalah polisakarida. Pati tersusun dari kombinasi amilosa dan amilopektin dengan berbagai variasi proporsi, sedangkan glikogen merupakan simpanan glukosa di dalam tubuh yang merupakan cadangan siap pakai.
- Serat merupakan zat non-gizi esensial dalam pencernaan, yang dapat dibedakan menjadi serat larut dan tidak larut dalam air. Keduanya tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan, tetapi serat terlarut dapat difermentasi dalam usus besar.

FUNGSI KARBOHIDRAT

Karbohidrat mempunyai fungsi utama menyediakan kebutuhan energi tubuh. Namun, fungsi karbohidrat bukanlah hanya sebagai sumber energi, tetapi juga fungsi lain dalam keberlangsungan proses metabolisme dalam tubuh. Berbagai fungsi karbohidrat dalam metabolisme tubuh diuraikan berikut ini.

1. *Penyedia energi utama.* Agar tetap bertahan hidup, kita memerlukan bahan bakar untuk menghasilkan energi. Sel-sel tubuh membutuhkan ketersediaan energi siap pakai dan konstan, terutama dalam bentuk glukosa. Karbohidrat sebagai sumber energi yang paling murah dibandingkan zat gizi lain (lemak

dan protein), dan setiap 1 gram karbohidrat menghasilkan 4 kkal. Lemak memang merupakan sumber energi, tetapi cadangan lemak tidak dapat segera dipergunakan sebagai sumber energi siap pakai sewaktu-waktu saat organ membutuhkan energi.

2. *Pengatur metabolisme lemak.* Karbohidrat dapat berfungsi sebagai *fat sparer*. Keberadaan karbohidrat dapat mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna. Kondisi ini terjadi apabila energi yang tersedia dalam tubuh tidak mencukupi, mengakibatkan terjadinya peningkatan pemecahan lemak hingga terjadi penumpukan badan-badan keton dan keasaman pada darah (asidosis).
3. *Penghemat protein.* Karbohidrat juga dapat berfungsi sebagai *protein sparer*. Diketahui protein dalam tubuh mempunyai fungsi utama sebagai zat pembangun jaringan tubuh. Agar fungsi tersebut terjaga, kebutuhan karbohidrat harus dipenuhi dari konsumsi makanan sehari-hari. Pemenuhan energi merupakan kebutuhan utama dan pertama bagi tubuh sehingga apabila kebutuhan energi tidak terpenuhi dari karbohidrat, protein akan dipecah untuk menghasilkan energi. Keberadaan karbohidrat dapat menyelamatkan protein (asam amino) untuk fungsi utamanya daripada untuk sekadar penghasil energi.
4. *Penyuplai energi otak dan saraf.* Glukosa merupakan satu-satunya sumber energi utama bagi otak dan susunan saraf. Otak dan jaringan saraf sangat bergantung pada glukosa untuk memenuhi kebutuhan energi sehingga ketersediaan glukosa harus tetap terjaga bagi kesehatan jaringan tubuh dan organ. Dalam keadaan normal (tidak lapar), otak dan susunan saraf memerlukan sekitar 150 g glukosa setiap hari. Apabila glukosa darah turun jauh di ambang normal, akan merasa pusing dan kepala terasa ringan.
5. *Penyimpan glikogen.* Glikogen merupakan bentuk simpanan karbohidrat yang merupakan sumber utama glukosa dan energi yang terdapat dalam sebagian besar sel. Glikogen yang terdapat dalam hati dan otot merupakan simpanan energi dan glukosa darah yang mudah dimobilisasi. Glikogen dalam otot digunakan secara langsung untuk mencukupi kebutuhan energi, sedangkan di hati berlainan dengan di otot dan jaringan lainnya, glikogen memiliki fungsi yang berbeda. Glikogen hati merupakan sumber glukosa yang pertama dan segera dibawa oleh darah ke jaringan-jaringan tubuh untuk dimanfaatkan dalam mempertahankan kadar glukosa darah.
6. *Pengatur peristaltik usus dan pemberi muatan sisa makanan.* Serat (selulosa dan hemiselulosa) merupakan polisakarida yang tidak dapat dicerna, tetapi berfungsi penting bagi kesehatan, yaitu mengatur

peristaltik usus (gerakan usus yang teratur) dan mencegah terjadinya konstipasi (kesulitan buang air besar). Selulosa menyediakan bahan sisa dan tidak dapat dicerna yang dapat meningkatkan efisiensi kerja saluran usus, sedangkan hemiselulosa dapat memberi dan menyerap air dalam usus besar sehingga memperbesar volume pukal yang dapat berperan sebagai laksatif.

Selain fungsinya dalam metabolisme tubuh, keberadaan karbohidrat dalam makanan menentukan karakteristik cita rasa bahan pangan, di antaranya:

1. Rasa, yaitu rasa manis pada makanan karena keberadaan gula.
2. Memberi aroma dan bentuk yang khas pada makanan.
3. Memberikan warna, pelembut tekstur, dan tampilan makanan.

Karbohidrat tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi, tetapi juga dalam keberlangsungan proses metabolisme (protein dan lemak sparer, pencernaan) dan pengolahan bahan pangan

PENCERNAAN, PENYERAPAN, EKSRESI, DAN METABOLISME KARBOHIDRAT

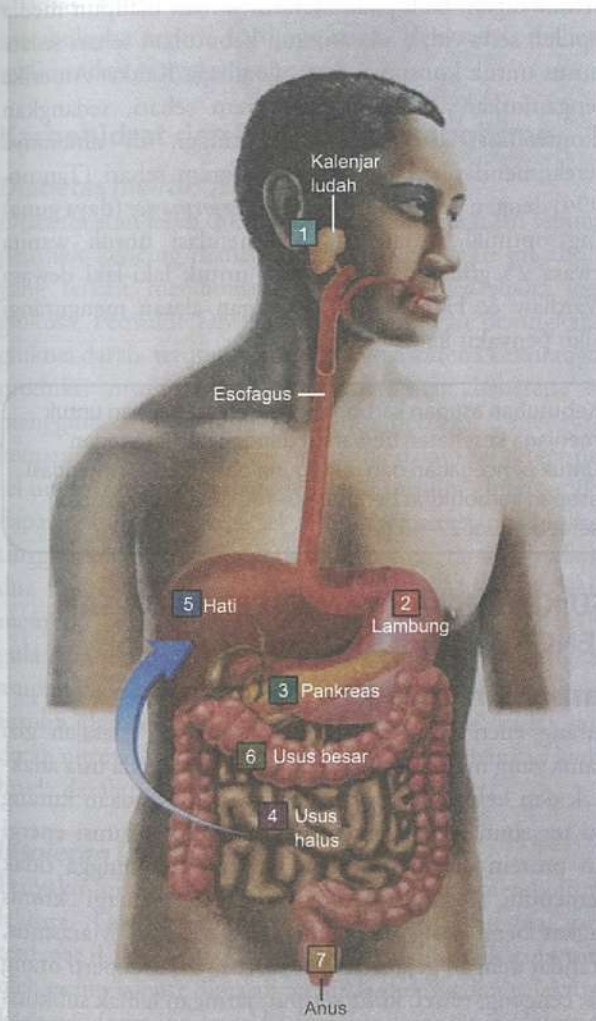
Karbohidrat adalah sumber kalori terbesar dalam makanan sehari-hari, dengan sebagian besar kalori terdapat dalam sereal, umbi, dan sayuran dalam bentuk pati (amilosa dan amilopektin) yang tergolong polisakarida. Agar makanan yang mengandung karbohidrat tersebut dapat dimanfaatkan oleh tubuh, makanan tersebut harus dicerna terlebih dahulu melalui sistem pencernaan (sistem digestivus) mulai dari mulut hingga rektum dan anus, tempat keluarnya sisa-sisa makanan yang tidak dipergunakan lagi oleh tubuh. Dalam saluran cerna, karbohidrat kompleks, yaitu polisakarida dan disakarida dalam makanan, akan diubah menjadi monosakarida oleh enzim (*glikosidase*). Monosakarida akan dipindahkan menembus sel mukosa usus ke dalam cairan interstisium dan selanjutnya masuk ke dalam darah.

Proses pencernaan (*digestion*) karbohidrat berawal di dalam mulut. Setelah makanan masuk ke dalam mulut, mulai terjadi proses perubahan pati (polisakarida) menjadi unit-unit yang lebih kecil dan sebagian menjadi disakarida. Diawali dengan makanan yang telah masuk mulut akan dihancurkan (proses mastikasi) terlebih dahulu dengan digigit dan dikunyah menjadi bolus untuk memperluas permukaan agar lebih mudah dicerna dan menstimulasi keluarnya saliva (kelenjar air liur). Makanan di dalam mulut akan bercampur dengan air ludah saliva yang mengandung enzim ptialin. Enzim amilase (ptialin) mengeluarkan cairan yang merupakan suatu glikoprotein lacin yang penting untuk melumas (lubrikasi) dan

menyebarkan (dispersi) polisakarida. Enzim amilase (ptialin) akan memecah zat pati dan dekstrin yang diuraikan lebih sederhana menjadi maltosa. Proses pemecahan akan berlangsung hingga bolus makanan melalui esofagus dan masuk ke dalam lambung. Makanan dalam bentuk cairan atau lunak akan lebih cepat melalui esofagus menuju lambung. Lambung merupakan tempat berhentinya kerja enzim *amilase-α* oleh pH asam, yang menyebabkan denaturasi enzim sehingga aktivitas enzim mulai digantikan oleh cairan asam lambung. Pencernaan karbohidrat akan berakhir di usus halus (duodenum), tempat seluruh pati telah diubah menjadi unit-unit dimerik.

Proses pencernaan berlanjut sewaktu makanan berpindah masuk dari lambung ke dalam usus halus bagian atas (*duodenum*). Produk proses pencernaan pada tahap ini adalah karbohidrat dalam bentuk yang lebih

sederhana (dimerik), yaitu disakarida dan oligosakarida (maltosa, sukrosa, galaktosa). Selanjutnya, maltosa, sukrosa, dan laktosa (disakarida) akan memasuki saluran cerna berikutnya dan dipecah oleh enzim *glukosidase* di membran *brush border* sel absorptif dalam vili usus menjadi monosakarida (glukosa, fruktosa, galaktosa) untuk kemudian diedarkan ke seluruh tubuh. Glukosa dan galaktosa memasuki aliran darah dengan cara transfer aktif, sedangkan fruktosa dengan cara difusi. Masuknya glukosa ke dalam darah, meningkatkan kadar glukosa darah yang menyebabkan tersekresinya insulin pankreas dan menurunkan sekresi glukagon. Selanjutnya akan menyebabkan peningkatan pengambilan glukosa oleh hati, otot-otot, dan jaringan lemak. Kondisi tersebut juga akan merangsang pembentukan (sintesis) glikogen dalam hati dan otot. Kelebihan glukosa akan dikonversi menjadi asam lemak dan trigliserida terutama oleh hati dan



Gambar 3-5 Ilustrasi sederhana proses pencernaan karbohidrat di dalam saluran cerna.

1. Setelah proses mastikasi, beberapa jenis pati akan dipecah menjadi unit yang lebih sederhana/dimerik (maltosa) oleh enzim amilase ludah.

2. Enzim amilase ludah akan dihentikan (diiinaktifkan) oleh asam kuat di dalam lambung. Aktivitas enzim digantikan oleh cairan asam lambung.

3. Enzim amilase pankreas memecah pati dan dekstrin menjadi maltosa di dalam usus halus.

4. Enzim pada usus halus (*maltase, sukrase, laktase*) memecah disakarida: sukrosa, laktosa, dan maltosa menjadi monosakarida: glukosa, fruktosa, dan galaktosa.

5. Glukosa, fruktosa dan galaktosa diserap di usus halus kemudian masuk ke dalam darah dan dibawa ke hati dengan transpor vena portal.

6. Beberapa jenis serat larut difermentasi menjadi beberapa jenis produk asam dan gas oleh bakteri yang ada di dalam usus besar.

7. Keluaran serat yang tidak larut dalam pencernaan (sisa) dan akan diekskresikan dalam feses, namun sebagian kecil karbohidrat lain dapat diserap.

jaringan lemak. Sebaliknya, apabila kadar glukosa darah mulai menurun, tubuh memberikan isyarat untuk mengambil langkah proses kebalikan dengan memobilisasi glikogen. Penting untuk diketahui, simpanan glikogen di sel hati dan otot memiliki fungsi yang berbeda, yaitu simpanan glikogen di hati berfungsi sebagai sumber glukosa darah, sedangkan di otot dan sebagian besar jenis sel lainnya sebagai bahan bakar untuk membentuk ATP.

Serat dalam makanan tidak dapat dicerna secara enzimatik oleh enzim pencernaan manusia (saluran pencernaan) sehingga tidak secara langsung dapat berfungsi sebagai sumber zat gizi. Walaupun enzim manusia yang ada di sepanjang saluran pencernaan tidak dapat mencerna serat, tetapi beberapa flora bakteri normal dalam saluran pencernaan (usus) dapat mengurai serat makanan yang lebih larut dan membebaskan produk tersebut ke dalam lumen usus hingga akhirnya dapat diserap dan berkontribusi menghasilkan kalori sebagai energi.

Pencernaan karbohidrat berawal dari mulut dengan memecah karbohidrat kompleks menjadi unit yang lebih sederhana, terutama maltosa. Enzim yang dihasilkan oleh mulut, pankreas, dan usus halus berpartisipasi dalam proses pencernaan hingga menjadi glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Glukosa dan galaktosa memasuki aliran darah dan didistribusikan ke berbagai jaringan tubuh. Serat tidak dapat dicerna secara enzimatik, tetapi dapat difermentasi oleh bakteri di usus besar.

KEBUTUHAN KARBOHIDRAT

Kebutuhan Karbohidrat Sehari

Penetapan kisaran kebutuhan karbohidrat sehari di berbagai negara cukup banyak variasinya dengan berbagai pertimbangan. Guna memelihara kesehatan, kebutuhan karbohidrat menurut WHO/FAO berkisar antara 55% hingga 75% dari total konsumsi energi yang berasal dari beragam makanan, diutamakan dari karbohidrat kompleks dan sekitar 10% dari karbohidrat sederhana.

Jumlah minimum karbohidrat yang dibutuhkan untuk menghindari ketosis diperkirakan sekitar 50 g/hari. Glukosa adalah sumber energi esensial untuk otak, sel darah merah, dan medula ginjal. Kebutuhan harian adalah 180 g/hari, dengan perkiraan 130 g/hari dapat diproduksi di dalam tubuh dari sumber non-karbohidrat melalui glukoneogenesis, sedangkan 50 g/hari dari rekomendasi asupan (*intake*). Kebutuhan selama kehamilan dan laktasi minimum ialah 100 g/hari. Literatur studi tentang alasan sebagian besar mengonsumsi karbohidrat hingga jauh lebih besar dari 100 g/hari, karena karbohidrat menyediakan energi siap pakai untuk metabolisme

oksidasi dan karbohidrat mengandung pembawa (*vehicle*) beberapa zat gizi mikro penting. Hampir semua pakar menyepakati bahwa asupan karbohidrat diutamakan dari buah-buahan, sayuran, sereal, umbi dan kacang-kacangan, bukan dari gula dan biji-bijian olahan.

Nilai Energi Karbohidrat

Karbohidrat sebagai sumber zat gizi, dalam 1 gram karbohidrat ditetapkan memiliki nilai energi 4 kalori (4 kkal/g). Meskipun dalam perhitungan karbohidrat dalam bentuk monosakarida, nilai yang biasa digunakan adalah 3,75 kkal/g. Pertimbangan lain karena adanya pati tak terlarut dan oligosakarida yang tidak dapat dicerna, dan metabolisme fermentasi kurang efisien daripada pencernaan untuk menghasilkan energi untuk tubuh.

Kebutuhan Serat

Penetapan kisaran kebutuhan serat (fiber) sehari di berbagai negara cukup banyak variasinya dengan berbagai pertimbangan, baik pada literatur ilmiah maupun media populer, serta tidak ada anjuran kebutuhan sehari secara khusus untuk konsumsi serat. Lembaga Kanker Amerika menganjurkan 20 hingga 30 gram sehari, sedangkan rekomendasi lain yang lebih tinggi, di antaranya merekomendasikan 30 hingga 40 gram sehari (Tanton, 1994) dengan pertimbangan *peak performance* (daya guna) yang optimal, sedangkan rekomendasi untuk wanita dewasa 25 g/hari dan 38 g/hari untuk laki-laki dewasa (Wardlaw & Hampl, 2007) dengan alasan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular.

Kebutuhan asupan karbohidrat dan serat per hari untuk menjaga kesehatan bervariasi dengan pertimbangan untuk pencegahan dan daya guna optimal. Rekomendasi asupan karbohidrat berkisar 50–100 g/hari dan asupan serat berkisar 27–40 g/hari.

ISU KESEHATAN YANG BERHUBUNGAN DENGAN KARBOHIDRAT

Karbohidrat dan KEP

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

Karbohidrat dan Obesitas

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

Pada wanita tempat khusus timbunan lemak pada bahu, dada, pinggul, dan pantat, sedangkan timbunan jaringan lemak subkutan mudah terlihat pada daerah dinding perut. Obesitas juga merupakan indikator risiko terhadap beberapa penyakit (morbiditas) dan kematian (mortalitas). Selain meningkatkan risiko morbiditas dan mortalitas serta harapan hidup lebih pendek, penderita obesitas lebih berisiko menderita beberapa penyakit metabolisme seperti kardiovaskular, hipertensi, diabetes melitus, dan penyakit jantung.

Karbohidrat dan Penyakit Metabolisme

Diabetes melitus (DM)

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

Intoleran laktosa

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

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

Karbohidrat dan Karies Gigi

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

Dampak fisik karies pada balita, antara lain rasa sakit, kemampuan berbicara, mengunyah, merasakan makanan, serta dampak psikologis gangguan tidur. Keterkaitan konsumsi karbohidrat dengan kejadian karies berkaitan dengan pembentukan plak. Plak terjadi karena adanya sisa-sisa makanan terutama dari makanan yang mengandung pati dan gula (indeks glikemik tinggi) yang melekat di gigi yang ditumbuhi bakteri yang mengubah glukosa menjadi asam. Terdapat hubungan antara IG dengan rendahnya pH (keasaman rongga mulut) dan plak, yaitu kebiasaan konsumsi karbohidrat dengan IG tinggi lebih berisiko karies daripada IG rendah. Penurunan keasaman rongga mulut hingga pH 4,5 dapat menyebabkan terlarutnya struktur email gigi, dan jika berlangsung lama, akan dapat menyebabkan kerusakan email gigi hingga akhirnya terjadi karies gigi.

Serat dan Pencegahan Penyakit

Makanan yang mengandung pati mempunyai keuntungan tambahan karena keberadaan serat. Serat (terutama terlarut) banyak ditemukan pada buah, beberapa jenis kacang-kacangan, dan biji-bijian, sedangkan yang tak larut banyak terdapat di sayuran. Sifat fisik yang terdapat pada serat adalah:

1. Mengendalikan air,
2. Mengendalikan kekentalan,
3. Berpengaruh pada proses fermentasi,
4. Mengikat empedu dan mempunyai kapasitas mengendalikan muatan kation,
5. Adanya respons fisiologi yang menguntungkan, yaitu menurunkan konsentrasi plasma kolesterol, memodifikasi respons glikemik, memperbaiki fungsi usus besar (kolon), dan menurunkan nilai gizi yang tersedia.

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

Indeks Glikemik Rendah vs Tinggi

Berbagai jenis karbohidrat dipecah dan diedarkan ke pembuluh darah dengan kecepatan yang berbeda. Perbedaan tersebut menjadi penting untuk mengatur diabetes, hipoglikemia, atau kondisi lain yang penting untuk pencegahan, peningkatan, atau penurunan kadar glukosa

darah. Indeks glikemik (IG) merupakan ukuran efek dari konsumsi karbohidrat terhadap kenaikan kadar gula darah.

Berdasarkan IG, makanan secara umum dapat dikategorikan menjadi 3 kelompok, yaitu indeks glikemik rendah (IG <50), indeks glikemik sedang (55–70), dan indeks glikemik tinggi (>70). Karbohidrat yang cepat terurai dalam proses pencernaan dan melepas glukosa ke dalam aliran darah secara cepat pula, memiliki IG yang tinggi, sedangkan sebaliknya, karbohidrat yang lambat terurai dan melepas glukosa ke aliran darah, memiliki IG yang rendah. Secara umum, makanan dengan IG rendah baik bagi kesehatan, terutama untuk penderita diabetes.

RINGKASAN

- ▶ Jenis karbohidrat meliputi bentuk sederhana dan kompleks, tersusun dari elemen karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O), yang dibedakan menjadi tiga kelas, yaitu monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Karbohidrat umumnya bersumber dari alam, di antaranya sereal, umbi, sayur, buah, susu, dan madu. Keberadaan karbohidrat dalam makanan sebagai pemberi cita rasa dan dalam tubuh selain sumber energi paling cepat juga menjaga kelangsungan tubuh. Rekomendasi asupan karbohidrat berkisar 50–100 g/hari, sedangkan asupan serat berkisar 27–40 g/hari.
- ▶ Pencernaan karbohidrat berawal dari mulut dengan memecah karbohidrat kompleks menjadi unit yang lebih sederhana, yang pada akhirnya diubah menjadi glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Glukosa dan galaktosa memasuki aliran darah dan didistribusikan ke berbagai jaringan tubuh, sedangkan serat tidak dapat dicerna secara enzimatik, tetapi dapat difermentasi. Ketidakseimbangan konsumsi karbohidrat berisiko menyebabkan masalah kesehatan.

GLOSARIUM

Amilopektin	Sejenis pati yang tersusun dari rantai kimiawi bercabang unit-unit glukosa, merupakan 75–80% bagian pati.
Amilosa	Sejenis pati yang tersusun dari rantai kimiawi lurus unit-unit glukosa, merupakan 20–25% bagian pati.
Disakarida	Kelas gula yang dibentuk dengan ikatan kimia dua monosakarida.
Fruktosa	Sebuah monosakarida dengan 6 karbon yang dibentuk dari 5 atau 6 ikatan dengan oksigen, ditemukan dalam buah dan madu.
Galaktosa	Monosakarida dengan 6 karbon, isomer glukosa dan terdapat dalam tubuh sebagai hasil pencernaan laktosa.
Glikogen	Gula yang tersimpan dalam jaringan tubuh (hati, otot) sebagai cadangan energi sewaktu-waktu organ tubuh membutuhkan.
Gula	Karbohidrat sederhana dengan komposisi kimia $(CH_2O)_n$.
Heksosa	Sebuah istilah umum yang menggambarkan sebuah karbohidrat yang mengandung 6 karbon.

Indeks glikemik

Angka yang mencerminkan kecepatan respons glukosa darah di dalam tubuh, sebagai ukuran efek dari konsumsi karbohidrat terhadap kenaikan gula darah.

Laktosa

Hanya terdapat dalam susu serta disebut juga gula susu.

Maltosa

Glukosa yang diikat dengan glukosa, tidak terdapat di alam, serta dikenal dengan nama gula malt.

Monosakarida

Kelas gula sederhana seperti glukosa, yang tidak dipecah lebih lanjut selama pencernaan.

Polisakarida

Karbohidrat yang mengandung beberapa unit glukosa, dari 10 hingga 100 atau lebih.

Selulosa

Polisakarida yang merupakan karbohidrat kompleks yang tersusun dari berbagai macam molekul gula. Ditemukan dalam tanaman dan tidak tercerna dalam sistem pencernaan.

Serat

Bagian tanaman yang dapat dimakan, tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan. Secara alamiah serat ditemukan dalam pangan yang biasa disebut *dietary fiber*.

Starch

Karbohidrat yang terbentuk dari susunan multi-unit glukosa sehingga menjadi rantai panjang dan bercabang, juga dikenal sebagai karbohidrat kompleks.

Sukrosa

Fruktosa yang diikat dengan glukosa, dinamakan juga gula meja, gula tebu, atau gula bit.

DAFTAR SINGKATAN

AKG	Angka kecukupan gizi
ASI	Air susu ibu
DM	Diabetes melitus
FAO	Food and Agriculture Organization
IG	Indeks glikemik
KEP	Kurang energi protein
Kkal	Kilokalori
LI	<i>Lactose intolerance</i>
WHO	World Health Organization

DAFTAR PUSTAKA

- Bowman BA and Robert MR. *Present Knowledge in Nutrition*. Eighth Edition. 2001. Washington DC: International Life Sciences.
- Brody T. *Nutritional Biochemistry*. 1994. London: Academic Press. Inc
- Gibney MJ, Susan AL, Aedin C and Hester HV. *Introduction to Human Nutrition*. Second Edition. 2002. West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Linder M.C. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. 1992. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Mahan LK and Stump SE. *Food, Nutrition & Diet Therapy*. 11th Edition. 2004. Philadelphia: Elsevier.
- Marks DB, Allan DM, and Collen MS. *Biokimia Kedokteran Dasar. Sebuah Pendekatan Klinis*. 2000. Jakarta: Penerbit EGC
- McWilliams M. *Foods Experiment Perspectives*. Fourth Edition. 4th ed. 2001. New Jersey: Prentice Hill.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI). *Kamus Gizi*. 2009. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara
- Piliang WG dan Soewondo DA. *Fisiologi Nutrisi*. Vol 1. 2006. Bogor: IPB Press.
- Riter D., Maier R., and Grossman D.C. *Delivering Preventive Oral Health Services In Pediatric Primary Care: A Case Study*. 2008. *Health Affairs* 27, No. 6 (2008): 1728–1732; 10.1377
- Sandjaja, Basuki B, Rina H, Nurfi A, Moesijanti S, Gustina S, Suharyati, Sudikno dan Dewi P. *Kamus Gizi Pelengkap Kesehatan Keluarga*. 2009. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara
- Schlenker ED and Sara L. *Essentials on Nutrition & Diet Therapy*. Ninth Edition. 2007. Philadelphia: Mosby Elsevier.
- Sizer FS and Whitney E. *Nutrition Concept and Controversies*. 11TH Edition. International Student Edition. 2008. Belmont CA: Thomson Wadsworth.
- Stanton R. *Eating for Peak Performance*. Second Edition. 1994. Sydney: Australian Print Group.
- Suhardjo dan Clara MK. *Prinsip-Prinsip Ilmu Gizi*. 1992. Yogyakarta: Kanisus.
- Syafiq A, dkk. *Gizi dan Kesehatan Masyarakat*. Eds 1. 2011. Jakarta: Rajawali Press.
- Truswell AS. *ABC of Nutrition*. Fourth Edition. 2005. London: BMJ Publishing Group.
- Wardlaw GM and Jeffrey SH. *Perspectives In Nutrition*. Seven Edition. 2007. New York: Mc Graw Hill.