

GIZI DAN KESEHATAN

Nur Indah Fitriana Ibrahim

Agus Hendra Al Rahmad

Sudikno

Widya Lestari Nurpratama

Mursyid

Novita Condro

Afrinia Ekasari

Rizka Fikrinnisa

Erina Masri

Nurul Annisa



GET PRESS INDONESIA

GIZI DAN KESEHATAN

Penulis :

Nur Indah Fitriana Ibrahim
Agus Hendra Al Rahmad
Sudikno
Widya Lestari Nurpratama
Mursyid
Novita Condro
Afrinia Ekasari
Rizka Fikrinnisa
Erina Masri
Nurul Annisa

ISBN :

Editor : Dr. Oktavianis, M.Biomed.

Penyunting : Ilda Melisa, A.Md., Kep.

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, September 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Gizi Dan Kesehatan ini.

Buku Ini Membahas Pengantar Ilmu Gizi: Peran Kunci Makanan Dalam Menjaga Kesehatan Tubuh, Penyerapan Zat Gizi: Peran Usus Dalam Mengambil Nutrisi Dari Makanan, Lemak/lipid, Protein, Vitamin Dan Mineral: Zat Gizi Mikro Yang Penting Untuk Keseimbangan Tubuh, Serat Makanan: Peran Pentingnya Dalam Pencernaan Dan Kesehatan Usus, Antioksidan, Penyakit Kekurangan Gizi: Dampak Kurangnya Zat Gizi Pada Kesehatan Tubuh, Gula Dan Kesehatan: Dampak Konsumsi Gula Berlebihan Pada Tubuh, Pola Makan Sehat Untuk Mencegah Penyakit: Peran Diet Dalam Pencegahan.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB 1 PENGANTAR ILMU GIZI: PERAN KUNCI	
MAKANAN DALAM MENJAGA KESEHATAN TUBUH	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Peran Kunci Makanan dalam Menjaga Kesehatan Tubuh	2
1.2.1 Makanan Sebagai Sumber Zat Tenaga	3
1.2.2 Makanan sebagai sumber zat pembangun.....	5
1.2.3 Makanan sebagai sumber zat pengatur	7
1.3 Anjuran Pola Konsumsi Makanan	10
1.3.1 Gizi dan kesehatan	10
1.3.2 Gizi dan Risiko Penyakit	15
DAFTAR PUSTAKA.....	18
BAB 2 PENYERAPAN ZAT GIZI: PERAN USUS	
DALAM MENGAMBIL NUTRISI DARI MAKANAN	21
2.1 Pendahuluan.....	21
2.2 Dasar-Dasar Penyerapan Zat Gizi.....	23
2.2.1 Definisi Penyerapan Zat Gizi	23
2.2.2 Proses Penyerapan Nutrisi	24
2.3 Peran Usus dalam Penyerapan Nutrisi	26
2.3.1 Struktur dan Fungsi Usus	26
2.3.2 Proses Pencernaan di Usus Halus.....	27
2.3.3 Proses Pencernaan di Usus Besar.....	28
2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Zat Gizi 29	
2.4.1 Faktor Fisik	30
2.4.2 Faktor Kimia.....	31
2.4.3 Faktor Biologis	32
2.5 Konsekuensi Penurunan Penyerapan Zat Gizi.....	33
2.5.1 Penyakit yang Ditimbulkan	33
2.5.2 Pencegahan dan Pengobatan.....	35
2.6 Kesimpulan.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	38

BAB 3 LEMAK.....	43
3.1 Pendahuluan	43
3.2 Tipe lemak	43
3.3 Klasifikasi Lemak.....	44
3.4 Fungsi Lemak.....	47
3.5 Metabolisme lemak	48
3.6 Sumber lemak	49
3.6.1 Sumber hewani	49
3.6.2 Sumber nabati.....	50
3.7 Dampak Lemak terhadap Kesehatan Manusia.....	51
3.8 Dampak makanan yang rendah lemak	52
DAFTAR PUSTAKA	55
BAB 4 PROTEIN.....	63
4.1 Pendahuluan	63
4.2 Komplikasi Kesehatan akibat Kekurangan Protein.....	65
4.3 Asupan Protein Optimal	69
4.4 Distribusi Harian.....	69
DAFTAR PUSTAKA	71
BAB 5 VITAMIN DAN MINERAL: ZAT GIZI MIKRO YANG PENTING UNTUK KESEIMBANGAN TUBUH	73
5.1 Pendahuluan	73
5.2 Vitamin 74	
5.2.1 Vitamin A	76
5.2.2 Vitamin D	77
5.2.3 Vitamin E (Tokoferol).....	78
5.2.4 Vitamin K	79
5.2.5 Vitamin B Kompleks.....	80
5.2.6 Vitamin C (Asam askorbat)	81
5.3 Mineral	82
BAB 6 SERAT MAKANAN: PERAN PENTINGNYA DALAM PENCERNAAN DAN KESEHATAN USUS.....	89
6.1 Pendahuluan	89
6.2 Pengertian	89
6.3 Klasifikasi Serat	91
6.4 Manfaat Serat makanan bagi tubuh.....	94
6.4.1 Dampak serat terhadap mikrobiota usus, fermentasi dan fungsi usus	96

6.4.2 Rekomendasi serat makanan	99
DAFTAR PUSTAKA.....	101
BAB 7 ANTIOKSIDAN	107
7.1 Pendahuluan.....	107
7.2 Radikal Bebas	108
7.2.1 Sumber Radikal Bebas.....	108
7.2.2 Jenis Radikal Bebas.....	108
7.2.3 Dampak Radikal Bebas	109
7.3 Golongan Antioksidan.....	109
7.4 Cara Kerja Antioksidan.....	110
7.5 Makanan Sumber Antioksidan.....	111
7.6 Manfaat Antioksidan Bagi Kesehatan	112
7.7 Kandungan Antioksidan Pada Rempah	114
7.8 Faktor Kerusakan Antioksidan Pada Makanan	115
DAFTAR PUSTAKA.....	116
BAB 8 PENYAKIT KEKURANGAN GIZI: DAMPAK KURANGNYA ZAT GIZI PADA KESEHATAN TUBUH	117
8.1 Pendahuluan.....	117
8.2 Beban dan Dampak Sosial-Ekonomi Malnutrisi	122
8.3 Pendidikan.....	123
8.4 Kesehatan	124
8.5 Produktivitas	125
8.6 Kemiskinan.....	126
DAFTAR PUSTAKA.....	127
BAB 9 GULA DAN KESEHATAN: DAMPAK KONSUMSI GULA BERLEBIH PADA TUBUH	129
9.1 Pendahuluan.....	129
9.2 Definisi Gula	129
9.3 Karbohidrat Dan Gula.....	130
9.4 Klasifikasi Gula	133
9.5 Pedoman Asupan Gula pada Dewasa dan Anak.....	134
9.6 Dampak Konsumsi Gula Berlebih.....	135
9.6.1 Konsumsi Gula dan Obesitas	135
9.6.2 Konsumsi Gula dan Diabetes	137
9.6.3 Konsumsi Gula dan Penyakit Jantung.....	138
9.6.4 Gula dan Kanker.....	139
9.6.5 Gula dan Demensia.....	142

9.6.6 Gula dan Caries Gigi	143
9.7 Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Konsumsi	
Gula Berlebih.....	144
DAFTAR PUSTAKA	146
BAB 10 POLA MAKAN SEHAT UNTUK MENCEGAH	
PENYAKIT : PERAN DIET DALAM PENCEGAHAN.....	149
10.1 Pendahuluan	149
10.2 Pola Makan Sehat	150
10.2.1 Kandungan dan Fungsi Zat-Zat Gizi Bahan	
Makanan	151
10.2.2 Kualitas Bahan Makanan	154
10.3 Diet Sehat	155
10.3.1 Diet yang Benar	157
10.3.2 Peran Diet dalam Pencegahan Penyakit.....	159
DAFTAR PUSTAKA	161
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Sifat-sifat umum vitamin larut air dan vitamin larut lemak.	75
Tabel 5.2. Nama umum dan nama kimia vitamin	76
Tabel 6.1. Jenis-jenis serat, menurut fungsi dan contohnya	92
Tabel 7.1. Jenis antioksidan pada bahan makanan.....	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram fungsi makanan.....	3
Gambar 1.2. Tumpeng Gizi Seimbang	11
Gambar 1.3. Piring Makanku (Sajian Sekali Makan)	11
Gambar 1.4. Berbagai macam fungsi DRIs.....	13
Gambar 1.5. Hubungan EAR, RDA, AI, dan UL	15
Gambar 2.1. Sistem Pencernaan Pada Manusia	25
Gambar 3.1. Proses pembentukan lemak	45
Gambar 4.1. Kwashiorkor	66
Gambar 5.2. Marasmus	67
Gambar 5.1. Pengelompokan Jenis Mineral Dalam Tubuh Manusia.....	83
Gambar 6.1. Klasifikasi Serat Pangan	93
Gambar 6.2. Dampak Serat pada mikrobiota usus dan fungsi usus. GI (gastrointestinal), SI (<i>small intestine</i> /usus halus); SCFA (<i>Short Chain Fatty Acid</i>); WHC (<i>Water holding capacity</i> / kapasitas menahan air).....	97
Gambar 6.3. Selektivitas Serat dan Mikrobiota Usus.....	98
Gambar 8.1. Beban Ganda Malnutrisi pada 3 Tingkatan	118
Gambar 2.1. Pentingnya Intervensi pada Malnutrisi.....	120

BAB 1

PENGANTAR ILMU GIZI: PERAN KUNCI MAKANAN DALAM MENJAGA KESEHATAN TUBUH

Oleh Nur Indah Fitriana Ibrahim

1.1 Pendahuluan

Salah satu disiplin ilmu terapan yang berhubungan dengan berbagai jenis ilmu dasar dalam kehidupan kita yaitu ilmu gizi, yang mempelajari bagaimana makanan, zat gizi, dan kesehatan berhubungan satu sama lain. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), ilmu gizi adalah bidang yang mempelajari bagaimana zat gizi yang diperoleh dari makanan diproses untuk memelihara jaringan, menghasilkan energi, dan menumbuhkan. Selain itu, ilmu gizi juga disebut sebagai ilmu yang mempelajari zat dari pangan yang bermanfaat bagi kesehatan, dimana proses yang terjadi sejak pangan dikonsumsi, dicerna, diserap, sampai dimanfaatkan oleh tubuh. Selanjutnya dampaknya terhadap pertumbuhan, perkembangan, produktivitas kerja, serta kelangsungan hidup manusia (Pakar Gizi Indonesia, 2016).

Pangan dan makanan memiliki peran penting dalam kesehatan manusia. Hal ini tidak dapat saling terpisahkan karena memiliki keterkaitan timbal balik antara keduanya. Kesehatan sendiri merupakan hal yang fundamental dibutuhkan oleh manusia agar dapat beraktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009, sehat adalah keadaan fisik, mental, spiritual, dan sosial yang memungkinkan setiap orang untuk hidup produktif secara sosial dan ekonomis. Upaya menjaga kesehatan tubuh diperlukan gizi yang baik dan berkualitas. Gizi yang baik dan berkualitas tersebut dapat diperoleh pada pangan dan makanan yang tentunya berkualitas pula. Kebutuhan tubuh terhadap zat makanan yang bergizi akan mempengaruhi kondisi

fisik setiap orang dan juga status gizi. Menurut ilmu terapan, tingkat gizi yang baik akan berdampak pada tubuh seseorang, yang akan tumbuh dan berkembang dengan baik, tahan terhadap penyakit, lincah, dan selalu termotivasi untuk melakukan aktivitas sehari-hari.

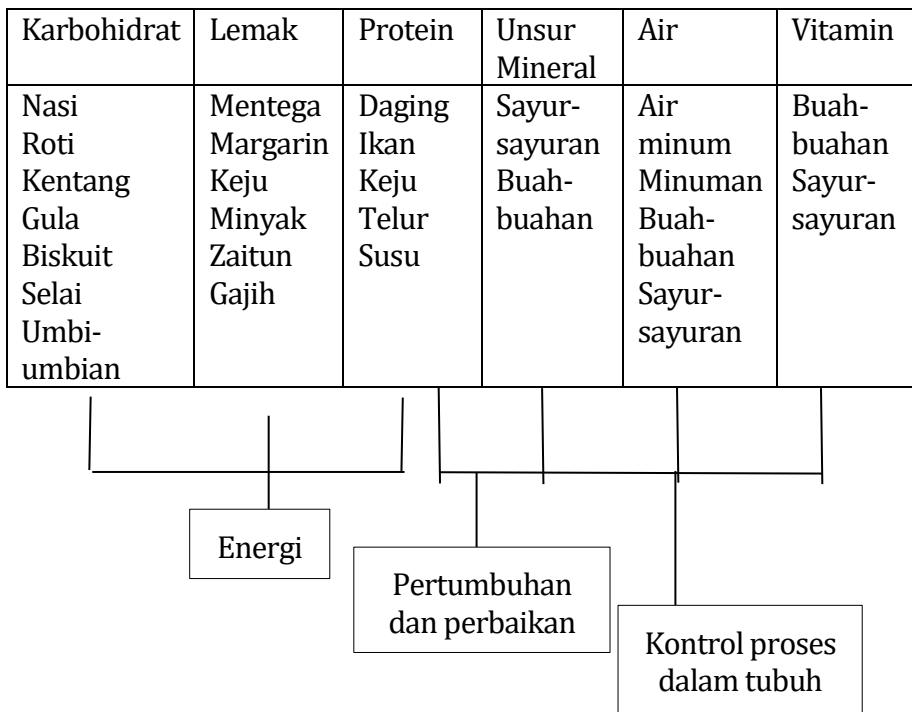
1.2 Peran Kunci Makanan dalam Menjaga Kesehatan Tubuh

Secara biologis, makanan berfungsi untuk memberi tubuh energi, zat gizi, dan zat kimia lainnya. Tubuh membutuhkan zat gizi mikro dan makro, seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral, serta zat kimiawi lainnya, seperti air, bioaktif, pigmen, dan enzim, yang ditemukan pada makanan. Tubuh mengonsumsi makanan untuk menghasilkan energi, membangun sel, memelihara, dan mengatur berbagai reaksi kimiawi, seperti menjaga keseimbangan elektrolit, dan membangun sistem daya tahan tubuh (Pakar Gizi Indonesia, 2016).

Makanan berfungsi sebagai sumber tenaga, sumber pembangun, dan sumber pengatur. Kehidupan manusia bergantung pada makanan yang mengandung zat tenaga. Makanan sumber energi termasuk makanan pokok dan makanan sumber karbohidrat dan lemak seperti beras, jagung, sagu, umbi-umbian, gandum, sorghum, barley, rye, oat, dan berbagai jenis sereal lainnya (Pakar Gizi Indonesia, 2016).

Makanan adalah fondasi utama yang menentukan tubuh kita. Apa yang kita konsumsi setiap hari memiliki dampak besar terhadap kesejahteraan fisik dan mental (NIH, 2020). Pada era modern ini, ketika diabetes, obesitas, dan penyakit jantung yang merupakan penyakit tidak menular semakin meningkat, memahami peran makanan dalam menjaga kesehatan tubuh menjadi lebih penting dari sebelumnya (Willett *et al.* 2019).

Meskipun kebiasaan dan pola makan seseorang dapat berbeda, ada ratusan pilihan makanan yang dapat dimasukkan ke dalam menu sehari-hari, tetapi semua orang membutuhkan jenis zat gizi dan proporsi yang sama. Berikut adalah gambaran terkait hubungan antara zat gizi, fungsinya dalam tubuh, dan makanan penting sebagai pemasoknya (Gambar 1.1).



Gambar 1.1. Diagram fungsi makanan
(Sumber : Michael, 2013)

1.2.1 Makanan Sebagai Sumber Zat Tenaga

Makanan bukan hanya sekedar sebagai sumber kepuasan bagi indera pengecap atau untuk menghilangkan rasa lapar, tetapi juga merupakan bahan bakar utama yang menggerakkan seluruh aktivitas tubuh manusia. Zat tenaga atau energi yang diperlukan untuk menjalankan berbagai fungsi tubuh sehari-hari berasal dari makanan yang kita konsumsi sehari-hari. Memahami bagaimana makanan berkontribusi sebagai sumber energi dapat membantu kita dalam memilih pola makan yang lebih sehat dan seimbang.

Tubuh kita membutuhkan energi untuk menjalankan berbagai fungsi, mulai dari bernapas, bergerak, hingga berpikir. Makanan yang kita konsumsi menyediakan bahan bakar sebagai sumber tenaga. Karbohidrat, lemak, dan protein adalah tiga zat gizi yang berfungsi sebagai sumber energi utama. Karbohidrat menyediakan energi dengan cepat, sementara lemak menyediakan

cadangan energi yang lebih stabil, dan protein membantu dalam pembentukan dan perbaikan jaringan tubuh (Whitney & Rolfes, 2019).

Tubuh menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi utamanya, yang dipecah menjadi glukosa, yang kemudian digunakan untuk aktivitas fisik dan mental. Glukosa yang tidak digunakan langsung disimpan di otot dan hati dalam bentuk glikogen, yang dapat digunakan saat tubuh memerlukan energi lebih lanjut, seperti ketika olahraga atau saat kelaparan. (Institute of Medicine, 2005).

Karbohidrat dapat dijumpai pada berbagai jenis pangan atau makanan, seperti biji-bijian, buah-buahan, sayuran, dan produk olahan seperti roti dan pasta. Masyarakat Indonesia pada umumnya mengonsumsi makanan sumber karbohidrat yang berasal dari pangan jenis serealia yaitu beras putih. Pemilihan makanan sumber karbohidrat penting untuk memilih dengan jenis karbohidrat kompleks yang mengandung serat, seperti biji-bijian utuh dan sayuran karena jika dibandingkan dengan karbohidrat tunggal/sederhana, dapat memberikan energi yang lebih lama dan stabil yang ditentukan dalam gula dan produk olahan (Mozaffarian *et al.*, 2011).

Lemak adalah sumber energi tambahan selain karbohidrat yang sangat efisien. Lemak menyediakan lebih dari dua kali lipat energi per gram dibandingkan dengan karbohidrat maupun protein. Dalam tubuh, penyimpanan lemak pada jaringan adiposa dan dapat digunakan sebagai sumber energi cadangan saat asupan karbohidrat tidak mencukupi. Lemak sehat seperti lemak tak jenuh ditemukan pada ikan, kacang-kacangan, biji-bijian, dan minyak zaitun yang sangat penting untuk kesehatan jantung dan fungsi otak. Meskipun lemak memiliki reputasi yang buruk, terutama terkait dengan obesitas, konsumsi lemak sehat dalam jumlah yang tepat dapat mendukung keseimbangan energi dan kesehatan secara keseluruhan (Kris-Etherton *et al.*, 2002).

Protein dalam kondisi tertentu juga dapat digunakan sebagai sumber energi, walaupun protein terutama dikenal sebagai bahan pembangun jaringan tubuh. Hal ini terjadi terutama ketika tubuh kekurangan karbohidrat dan lemak, misalnya selama puasa atau

latihan fisik yang intens. Protein dipecah menjadi asam amino, yang dapat diubah menjadi glukosa melalui proses yang dikenal sebagai glukoneogenesis. Daging, telur, kacang-kacangan, dan produk susu adalah sumber protein yang baik. Meskipun protein bukan sumber energi utama, asupan protein yang cukup sangat penting untuk mempertahankan massa otot dan mendukung berbagai fungsi tubuh lain (Guyton & Hall, 2006).

Penting untuk menyeimbangkan asupan karbohidrat, lemak, dan protein agar tubuh mendapatkan energi yang cukup untuk mendukung aktivitas sehari-hari. Pola makan yang seimbang dengan porsi yang tepat dari ketiga zat gizi makro ini akan memastikan bahwa tubuh memiliki cadangan energi yang memadai dan berfungsi secara optimal. Konsumsi berlebihan atau kekurangan salah satu dari zat tenaga ini dapat menyebabkan masalah kesehatan. Misalnya konsumsi karbohidrat sederhana berlebihan dapat menyebabkan perubahan atau peningkatan gula darah yang tidak stabil, sementara kekurangan lemak sehat dapat mengganggu fungsi hormonal dan otak (Millward & Garnett, 2010).

Pada berbagai belahan dunia, makanan lokal yang tersedia sering kali merupakan sumber energi yang baik dan seimbang. Misalnya di Indonesia, beras adalah sumber utama karbohidrat, sementara ikan dan kacang-kacangan menyediakan lemak sehat dan protein. Pemanfaatan makanan lokal tidak hanya mendukung kesehatan tetapi juga menjaga keberlanjutan lingkungan dan kearifan lokal. Mengintegrasikan makanan lokal ke dalam diet harian juga membantu dalam mendukung ekonomi dan mempertahankan warisan budaya. Memiliki makanan yang tersedia secara lokal dan musiman sering kali bergizi dan memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan makanan yang diimpor atau diproses.

1.2.2 Makanan sebagai sumber zat pembangun

Makanan berperan penting dalam menjaga kesehatan dan pertumbuhan tubuh manusia, salah satunya adalah sebagai sumber zat pembangun. Zat pembangun diperlukan untuk membentuk, memelihara, dan memperbaiki jaringan tubuh, termasuk otot, tulang, kulit, dan organ-organ vital lainnya. Protein, mineral, dan

vitamin tertentu adalah zat gizi utama yang berfungsi sebagai zat pembangun.

Protein adalah komponen utama yang diperlukan tubuh untuk membangun dan memperbaiki jaringan. Setiap sel dalam tubuh mengandung protein, yang terdiri dari asam amino yang berfungsi sebagai blok bangunan. Asam amino esensial yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh dan harus diperoleh dari makanan sangat penting untuk pembentukan enzim, hormon, dan antibodi. Sumber protein yang baik meliputi daging, ikan, telur, susu, dan produk olahannya, serta sumber nabati seperti kacang-kacangan, tahu, tempe, dan biji-bijian. Konsumsi protein yang cukup sangat penting, terutama bagi anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan, ibu hamil, dan orang dewasa yang menjalani aktivitas fisik yang berat (Whitney & Rolfes, 2019).

Selain protein, mineral seperti kalsium dan fosfor adalah zat pembangun yang esensial untuk pembentukan dan pemeliharaan tulang dan gigi. Kalsium yang merupakan komponen utama tulang bekerjasama dengan fosfor untuk membentuk matriks tulang yang kuat. Selain itu, kalsium juga berperan dalam kontraksi otot, pembekuan darah, dan fungsi saraf. Sumber kalsium yang baik termasuk susu dan produk olahannya, ikan dengan tulang yang dapat dimakan, serta sayuran berdaun hijau. Kekurangan kalsium dapat menyebabkan masalah tulang seperti osteoporosis, terutama pada orang dewasa dan lanjut usia (Guyton & Hall, 2006).

Vitamin D memainkan peranan penting dalam membantu tubuh menyerap kalsium dan fosfor dari makanan. Tanpa vitamin D tubuh tidak dapat menyerap kalsium dengan efektif yang dapat menyebabkan tulang menjadi lemah dan rapuh. Sumber vitamin D termasuk paparan sinar matahari, ikan berlemak seperti tuna, serta produk susu yang diperkaya vitamin D. Selain itu, vitamin D juga dapat ditemukan dalam makanan yang diperkaya seperti sereal dan margarin. Penting untuk memastikan asupan vitamin D yang cukup terutama bagi mereka yang tinggal di daerah dengan sinar matahari terbatas atau memiliki diet yang rendah vitamin D (Holick, 2007).

Zat besi adalah mineral penting lainnya yang membantu pembentukan hemoglobin, bagian utama sel darah merah yang bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh.

Zat besi juga diperlukan untuk pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi normal dari berbagai sel dalam tubuh (Guyton & Hall, 2006). Daging merah, hati, unggas, ikan, kacang-kacangan, dan sayuran berdaun hijau adalah sumber zat besi yang baik. Tubuh lebih mudah menyerap zat besi dari sumber hewani daripada dari sumber nabati. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan anemia, yang ditandai dengan kelelahan, kelemahan, dan penurunan daya tahan tubuh (Hallberg & Hulthen, 2000).

Kolagen dan elastin adalah dua protein yang berperan penting dalam menjaga kekuatan dan elastisitas kulit, serta jaringan ikat seperti tendon dan ligamen. Kolagen memberikan struktur dan kekuatan pada kulit, sementara elastin memungkinkan jaringan untuk kembali ke bentuk semula setelah meregang atau berkontraksi. Sumber makanan yang dapat mendukung produksi kolagen dalam tubuh termasuk daging, terutama yang mengandung jaringan ikat, ikan, serta makanan yang kaya vitamin C seperti jeruk, stroberi, dan paprika merah. Vitamin C penting untuk sintesis kolagen, sehingga diet yang cukup vitamin C dapat membantu menjaga kesehatan kulit dan jaringan ikat (Shen & Zhang, 2019).

Makanan sebagai sumber zat pembangun sangat penting untuk pertumbuhan, pemeliharaan, dan perbaikan tubuh. Dengan memastikan asupan protein, mineral, dan vitamin yang cukup melalui diet yang seimbang, kita dapat mendukung fungsi tubuh yang optimal dan menjaga kesehatan jangka panjang. Pola makan yang kaya akan zat pembangun juga penting untuk mencegah berbagai penyakit yang berhubungan dengan defisiensi zat gizi, seperti anemia dan osteoporosis.

1.2.3 Makanan sebagai sumber zat pengatur

Zat pengatur dalam makanan berfungsi untuk mengatur berbagai proses fisiologis di dalam tubuh, memastikan bahwa semua sistem berjalan dengan lancar dan efisien. Zat pengatur ini mencakup berbagai vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif yang memainkan peran penting dalam metabolisme, fungsi imun, kesehatan pencernaan, dan keseimbangan hormon. Mengonsumsi makanan yang kaya akan zat pengatur sangat penting untuk

mempertahankan kesehatan tubuh dan mencegah penyakit (Gropper *et al.*, 2017).

Vitamin adalah zat pengatur yang esensial bagi tubuh, meskipun hanya dibutuhkan dalam jumlah kecil. Setiap vitamin memiliki peran khusus dalam mengatur fungsi tubuh yang berbeda-beda. Vitamin A penting untuk penglihatan, pertumbuhan sel, dan fungsi imun. Ini dapat ditemukan dalam makanan seperti wortel, ubi jalar, dan hati. Vitamin B-kompleks (termasuk B1, B2, B3, B6, B12, dan asam folat) berperan dalam metabolisme energi, pembentukan sel darah merah, dan fungsi saraf. Sumbernya termasuk biji-bijian, daging, telur, dan sayuran hijau. Vitamin C berperan sebagai antioksidan dan membantu dalam sintesis kolagen yang penting untuk kesehatan kulit dan penyembuhan luka. Vitamin D membantu tubuh menyerap kalsium, yang penting untuk kesehatan tulang. Ini dapat diperoleh dari paparan sinar matahari, ikan berlemak, dan produk susu yang diperkaya. Vitamin E adalah antioksidan yang melindungi sel-sel dari kerusakan oksidatif. Sumbernya termasuk kacang-kacangan, biji-bijian, dan minyak nabati. Vitamin K penting untuk pembekuan darah dan kesehatan tulang. Vitamin K dapat ditemukan dalam sayuran berdaun hijau, seperti bayam (Traber & Stevens, 2011).

Selain vitamin, mineral juga merupakan zat pengatur penting yang terlibat dalam berbagai fungsi tubuh seperti kalsium mengatur kontraksi otot dan fungsi saraf, selain itu perannya dalam membangun tulang dan gigi. Sumbernya termasuk produk susu, sayuran berdaun hijau, dan ikan yang dapat dimakan dengan tulangnya. Magnesium membantu dalam fungsi enzim, regulasi tekanan darah, dan sintesis protein. Magnesium ditemukan dalam kacang-kacangan, biji-bijian, sayuran hijau, dan biji-bijian. Zat besi diperlukan untuk produksi hemoglobin yang mengangkut oksigen dalam darah. Sumber zat besi termasuk daging merah, hati, ikan, dan sayuran berdaun hijau. *Zinc* berperan dalam fungsi imun, sintesis protein, dan penyembuhan luka. *Zinc* dapat ditemukan dalam daging, kacang-kacangan, dan biji-bijian. Selain itu, selenium merupakan antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan. Selenium ini ditemukan dalam kacang-kacangan, ikan, dan daging (Gropper *et al.*, 2017).

Zat pengatur lainnya selain vitamin dan mineral adalah serat. Serat meskipun bukan zat gizi dalam arti konvensional, namun serat merupakan zat pengatur yang sangat penting untuk kesehatan pencernaan. Serat membantu mengatur pergerakan usus, mencegah sembelit, dan menjaga kesehatan saluran pencernaan secara keseluruhan. Serat juga dapat membantu mengontrol kadar gula darah dan kolesterol. Sumber serat yang baik meliputi buah-buahan, sayuran, biji-bijian utuh, kacang-kacangan, dan legum. Mengonsumsi makanan tinggi serat dapat mengurangi risiko penyakit kronis seperti diabetes tipe 2, penyakit jantung, dan kanker usus besar. Tidak hanya serat, air juga merupakan zat pengatur utama yang diperlukan untuk hampir semua proses tubuh, termasuk pencernaan, penyerapan, sirkulasi, dan pengaturan suhu tubuh. Air membantu mengangkut zat gizi ke sel-sel tubuh dan membuang produk sisa metabolisme. Kekurangan air atau dehidrasi dapat menyebabkan gangguan fungsi tubuh, mulai dari penurunan energi hingga masalah kesehatan serius. Sumber air utama adalah minuman seperti air putih. Namun banyak makanan terutama buah-buahan dan sayuran juga mengandung air yang membantu memenuhi kebutuhan cairan tubuh (Gibney et al., 2009).

Senyawa bioaktif juga sebagai zat pengatur. Senyawa bioaktif, seperti antioksidan, flavonoid, dan fitokimia lainnya, ditemukan dalam berbagai buah, sayuran, teh, dan rempah-rempah. Senyawa ini berperan dalam melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif, mengatur respons inflamasi, dan mendukung fungsi kekebalan tubuh. Konsumsi makanan yang kaya akan senyawa bioaktif dapat membantu mengurangi risiko penyakit kronis seperti kanker, penyakit jantung, dan diabetes. Makanan sebagai sumber zat pengatur memainkan peran kunci dalam menjaga keseimbangan dan kesehatan tubuh secara keseluruhan. Vitamin, mineral, serat, air, dan senyawa bioaktif semuanya bekerja bersama untuk memastikan bahwa tubuh berfungsi dengan baik dan terlindungi dari berbagai penyakit. Pemilihan diet yang kaya akan zat pengatur ini, dapat meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan manusia (Biesalski & Dragsted, 2011).

1.3 Anjuran Pola Konsumsi Makanan

Makanan adalah salah satu faktor penentu utama dalam menjaga kesehatan tubuh dan mencegah penyakit. Tidak ada yang disebut sebagai makanan sempurna atau makanan lengkap, yang berarti bahwa tidak ada makanan tunggal yang mampu memberikan kecukupan gizi esensial untuk menjaga kita tetap sehat, dengan kata lain tidak ada makanan tunggal yang terus-terusan kita makan sementara mengesampingkan makanan lain. Sehingga perlu untuk mengonsumsi bermacam makanan untuk memuaskan dan menyehatkan. Makanan yang berbeda memiliki beragam kandungan zat gizi (Michael, 2013).

Pola konsumsi makanan yang tepat dapat memberikan energi yang cukup, mendukung fungsi tubuh, serta membantu mencegah dan mengelola berbagai penyakit kronis. Perilaku yang paling dapat mempengaruhi keadaan kecukupan gizi adalah pola makan. Asupan gizi dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas makanan dan minuman yang dikonsumsi, yang pada gilirannya mempengaruhi kesehatan individu dan masyarakat. Agar tubuh tetap sehat dan terhindar dari berbagai penyakit kronis atau penyakit tidak menular yang berhubungan dengan gizi, pola makan masyarakat harus ditingkatkan untuk menjaga konsumsi gizi seimbang (Kemenkes, 2014). Pada Bab ini akan membahas secara mendetail anjuran pola konsumsi makanan yang optimal, dengan fokus pada dua aspek penting: Gizi dan Kesehatan serta Gizi dan Risiko Penyakit.

1.3.1 Gizi dan kesehatan

Menurut Kementerian Kesehatan RI (2014), gizi seimbang didefinisikan sebagai susunan makanan sehari-hari yang mengandung zat gizi dalam jenis dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tubuh, dengan memperhatikan prinsip keanekaragaman pangan, aktivitas fisik, perilaku hidup bersih, dan pemantauan berat badan secara teratur untuk mempertahankan berat badan normal untuk mencegah masalah gizi. Dua visual gizi seimbang disebutkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 41 tahun 2014 yaitu tumpeng gizi seimbang (Gambar 1.2) dan piring makanku dengan sajian sekali makan (Gambar 1.3). Keduanya dimaksudkan untuk

memberikan gambaran dan penjelasan sederhana tentang porsi (ukuran) makanan dan minuman serta aktivitas fisik sehari-hari, termasuk cuci tangan sebelum dan sesudah makan serta memantau berat badan (Kemenkes, 2014).



Gambar 1.2. Tumpeng Gizi Seimbang

(Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 41 tahun 2014)



Gambar 1.3. Piring Makanku (Sajian Sekali Makan)

(Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 41 tahun 2014)

Setiap negara mengatur pola konsumsi makanan masyarakatnya dengan berbagai bentuk slogan, semboyan, serta logo yang terkait dengan konsumsi zat gizi sebagai pedoman bagi mereka yang ingin tetap sehat sejak bayi sampai lanjut usia (lansia). Di Indonesia, gizi yang seimbang adalah kunci untuk menjaga kesehatan tubuh secara keseluruhan. Gizi seimbang ini adalah pedoman yang telah berkembang dari slogan 4 sehat 5 sempurna sebelumnya. Slogan ini digunakan sejak tahun 1950-an yang disepakati oleh para pakar saat itu. Namun, saat ini slogan 4 sehat 5 sempurna tersebut dirasa kurang relevan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini. Sehingga slogan tersebut mengalami perubahan menjadi gizi seimbang yang saat ini digunakan sebagai pedoman bagi seluruh masyarakat Indonesia (Pakar Gizi Indonesia, 2016).

Gizi yang baik melibatkan konsumsi berbagai jenis makanan yang memberikan segala zat gizi yang diperlukan oleh tubuh untuk berfungsi. Zat gizi utama yang harus diperhatikan dalam diet harian yang terdiri dari karbohidrat, protein, lemak sehat, vitamin, dan mineral. Setiap makanan mengandung zat gizi, terutama zat gizi makro dan mikro, makanan dan gizi tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Upaya agar tetap sehat, maka harus makan makanan yang sehat, seimbang, cukup, dan tidak berlebihan (Pakar Gizi Indonesia, 2016).

Konsumsi makanan yang sehat dapat mempertahankan dan meningkatkan kesehatan tubuh, bahkan menurunkan risiko terkena penyakit tertentu. Standar Rujukan yang direkomendasikan terkait hal tersebut antara lain adalah *Dietary Reference Intake* (DRIs). Pope *et al.* (2016) dalam bukunya "*Nutrition for A Changing World*" menyatakan bahwa *Institute of Medicine* mengeluarkan DRIs dengan berbagai tujuan. *Dietary Reference Intakes* (DRIs) adalah serangkaian nilai yang digunakan untuk menilai dan merencanakan asupan zat gizi yang dibutuhkan oleh berbagai kelompok populasi. DRIs dikembangkan oleh *Institute of Medicine* (sekarang dikenal sebagai *National Academy of Medicine*) di Amerika Serikat dan mencakup beberapa jenis rekomendasi, termasuk *Estimated Average Requirement* (EAR), *Recommended Dietary Allowance* (RDA), *Adequate Intake* (AI), dan *Tolerable Upper Intake Level* (UL).

DRIs sangat penting untuk memastikan bahwa individu mendapatkan cukup zat gizi tanpa melebihi batas aman, yang dapat menyebabkan efek samping atau toksisitas (Gambar 1.4) (Pope *et al.*, 2016).



Gambar 1.4. Berbagai macam fungsi DRIs
(Sumber : Pakar Gizi Indonesia 2016; halaman 19)

1. *Estimated Average Requirement (EAR)*
EAR adalah jumlah rata-rata zat gizi yang diperkirakan memenuhi kebutuhan 50% dari individu dalam kelompok tertentu berdasarkan usia, jenis kelamin, dan kondisi fisiologis. EAR digunakan terutama untuk menilai status gizi pada tingkat populasi dan membantu dalam perumusan kebijakan zat gizi publik.
2. *Recommended Dietary Allowance (RDA)*
RDA adalah tingkat asupan harian yang cukup untuk memenuhi kebutuhan zat gizi hampir semua (97-98%) individu dalam kelompok tertentu. Nilai ini didasarkan pada EAR dan dirancang untuk digunakan sebagai panduan dalam merencanakan diet sehat bagi individu.

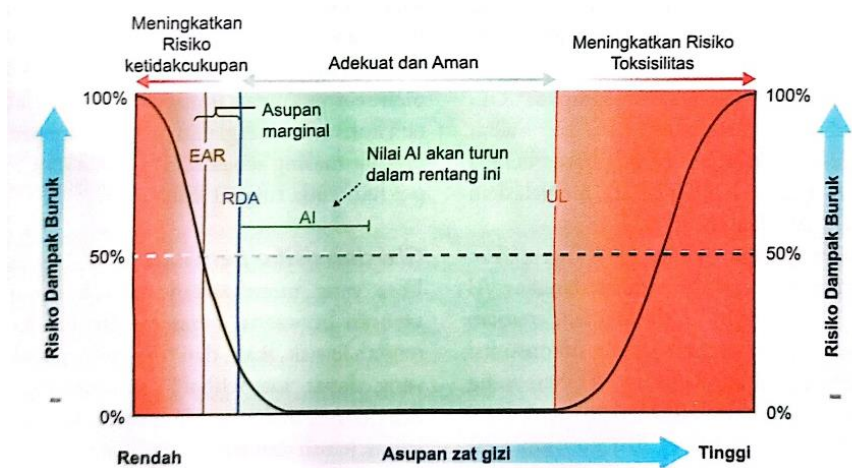
3. *Adequate Intake (AI)*

AI digunakan ketika data ilmiah tidak cukup untuk menentukan EAR dan RDA. AI adalah tingkat asupan yang diasumsikan memadai untuk mempertahankan kesehatan dan kesejahteraan dalam kelompok populasi tertentu. Ini biasanya didasarkan pada pengamatan atau eksperimentasi pada sekelompok orang yang sehat.

4. *Tolerable Upper Intake Level (UL)*

UL adalah batas maksimum asupan harian yang tidak mungkin menyebabkan efek buruk bagi sebagian besar individu dalam kelompok populasi tertentu. Memahami UL penting karena membantu individu menghindari konsumsi zat gizi berlebih yang bisa merugikan kesehatan.

Pentingnya penggunaan DRIs dalam merencanakan dan mengevaluasi diet. DRIs ini dapat digunakan oleh profesional kesehatan, perencana kebijakan, serta individu yang ingin menjaga kesehatannya melalui diet seimbang. Misalnya, memahami RDA membantu individu memastikan mereka mendapatkan cukup vitamin dan mineral esensial tanpa melebihi UL, yang dapat membahayakan kesehatan. Jika asupan zat gizi berada dibawah RDA, akan meningkatkan risiko terjadinya defisiensi zat gizi. Sebaliknya jika asupan zat gizi melampaui UL, kemungkinan terjadinya keracunan zat gizi akan meningkat. Oleh sebab itu, asupan zat gizi harus berada pada rentang RDA – UL. Pada Gambar 1.5 berikut menjelaskan bagaimana hubungan EAR, RDA, AI, dan UL.



Gambar 1.5. Hubungan EAR, RDA, AI, dan UL
(Sumber: Pakar Gizi Indonesia 2016; halaman 19)

Perubahan kebutuhan zat gizi sepanjang hidup, seperti kebutuhan gizi yang berbeda selama masa kanak-kanak, kehamilan, dan usia lanjut. Dalam konteks dunia yang terus berubah, dengan peningkatan prevalensi penyakit kronis dan perubahan pola makan global, memahami dan menerapkan DRIs menjadi semakin penting. DRIs adalah alat penting dalam zat gizi yang membantu memastikan asupan zat gizi yang tepat untuk kesehatan optimal. Menggunakan DRIs sebagai panduan dapat membantu individu mencapai pola makan yang seimbang, mendukung kesehatan, dan mencegah penyakit terkait gizi.

1.3.2 Gizi dan Risiko Penyakit

Diet yang menekankan pada konsumsi buah-buahan, sayuran berwarna, beras merah dan havermur/oat, susu rendah lemak, ikan, dan unggas merupakan bahan pangan yang dapat memelihara dan meningkatkan kesehatan. Sebaliknya makanan yang tinggi kandungan garam, gula, lemak jenuh dan lemak trans, alkohol, serta terlalu banyak konsumsi daging dapat meningkatkan risiko penyakit

Pola makan yang tidak seimbang merupakan faktor yang dapat menyebabkan berbagai penyakit kronis. Beberapa penyakit yang sering kali berkaitan dengan pola makan yang buruk termasuk

obesitas, penyakit jantung, diabetes tipe 2, dan kanker. Berikut adalah beberapa cara bagaimana zat gizi yang baik dapat membantu menurunkan risiko penyakit.

1. Mencegah Obesitas

Obesitas adalah kondisi di mana seseorang memiliki lemak tubuh berlebih yang dapat meningkatkan risiko penyakit lain. Ini sering kali disebabkan oleh pola makan tinggi kalori, gula, dan lemak jenuh yang berlebihan, serta kurangnya aktivitas fisik. Untuk mencegah obesitas, penting untuk mengontrol asupan kalori, mengurangi konsumsi gula tambahan, memilih sumber karbohidrat kompleks, dan memperbanyak konsumsi buah-buahan dan sayuran (Pope & Nizielski, 2020).

2. Menurunkan risiko penyakit jantung

Salah satu penyebab kematian paling umum di dunia adalah penyakit jantung, dan pola makan memiliki peran penting dalam pencegahan penyakit ini. Konsumsi makanan tinggi lemak jenuh maupun lemak trans dapat meningkatkan tingkat kolesterol jahat (LDL) dalam darah, yang berkontribusi pada penyumbatan arteri dan penyakit jantung. Sebaliknya, mengonsumsi makanan yang tinggi serat, lemak tak jenuh, dan antioksidan dapat membantu mengurangi risiko penyakit jantung. Mengonsumsi ikan berlemak, kacang-kacangan, biji-bijian, dan buah-buahan segar sangat dianjurkan untuk menjaga kesehatan jantung (Pope & Nizielski, 2020).

3. Mencegah Diabetes Tipe 2

Diabetes tipe 2 merupakan kondisi dimana tubuh menjadi resisten terhadap insulin, yang mengarah pada peningkatan kadar gula darah. Pola makan tinggi gula dan karbohidrat sederhana adalah faktor risiko utama untuk diabetes tipe 2. Memilih karbohidrat kompleks yang dicerna lebih lambat, seperti biji-bijian utuh, serta meningkatkan konsumsi serat dan protein, dapat membantu mengelola kadar gula darah dan mencegah diabetes tipe 2. Selain itu, menghindari minuman manis dan makanan olahan yang tinggi gula juga sangat penting (Pope & Nizielski, 2020).

4. Mengurangi Risiko Kanker

Beberapa jenis kanker telah dikaitkan dengan pola makan, termasuk kanker usus besar, payudara, dan prostat. Diet tinggi serat, buah-buahan, sayuran, dan antioksidan telah terbukti dapat membantu melindungi tubuh dari kanker. Sebaliknya, konsumsi daging olahan dan berlebihan alkohol telah dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker. Mengadopsi pola makan yang seimbang dan kaya zat gizi adalah langkah penting dalam mengurangi risiko kanker dan menjaga kesehatan jangka Panjang (Pope & Nizielski, 2020).

Mengikuti anjuran pola konsumsi makanan yang seimbang dan kaya zat gizi adalah kunci untuk menjaga kesehatan dan mencegah penyakit. Dengan memastikan asupan karbohidrat, protein, lemak sehat, vitamin, mineral, serat, dan cairan yang cukup, kita dapat mendukung fungsi tubuh yang optimal dan mengurangi risiko berbagai penyakit kronis. Pola makan yang baik tidak hanya memberikan keuntungan jangka pendek, tetapi juga merupakan investasi untuk kesehatan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Biesalski, H. K., & Dragsted, L. O. 2011. Bioactive Compounds in Plants: Benefits and Risks for Man and Animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 70(3), 387-390.
- Gibney, M. J., Lanham-New, S. A., Cassidy, A., & Vorster, H. H. (Eds.). 2009. *Introduction to Human Nutrition* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Gropper, S. S., Smith, J. L., & Carr, T. P. 2017. *Advanced Nutrition and Human Metabolism* (7th ed.). Cengage Learning.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. 2006. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Elsevier Saunders.
- Hallberg, L., & Hulthén, L. 2000. Prediction of Dietary Iron Absorption: An Algorithm for Calculating Absorption and Bioavailability of Dietary Iron. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(5), 1147-1160.
- Harvard T.H. Chan School of Public Health. 2020. *The Nutrition Source: Carbohydrates*. Available from: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/carbohydrates/>
- Holick, M. F. 2007. Vitamin D Deficiency. *New England Journal of Medicine*, 357(3), 266-281.
- Kris-Etherton, P. M., et al. 2002. Types of Dietary Fat and Risk of Coronary Heart Disease: A Critical Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 21(2), 95-106.
- Michael E. J. L. 2013. *Ilmu Pangan, Gizi, dan Kesehatan*. Pustaka Belajar: Yogyakarta.
- Mozaffarian D, Hao T, Rimm EB, Willett WC, Hu FB. Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. 2011. *N Engl J Med*. 364:2392-404.
- National Institutes of Health (NIH). 2020. *Diet, Stress and Mental Health*. Available from: <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/study-links-diet-quality-mental-health>
- Pakar Gizi Indonesia. 2016. *Ilmu Gizi: Teori dan Aplikasi*. Kedokteran EGC: Jakarta.
- Pope J, Steven N, Alison Mc. C. 2016. *Nutrition for A Changing World*. W.H. Freeman and Company: New York.

- Pope, J., & Nizielski, S. 2020. *Nutrition for a Changing World* (2nd ed.). Macmillan Learning.
- Shen, Y., & Zhang, T. 2019. The Role of Vitamin C in Skin Health. *Nutrients*, 11(5), 1058.
- Traber, M. G., & Stevens, J. F. 2011. Vitamins C and E: Beneficial Effects from a Mechanistic Perspective. *Free Radical Biology and Medicine*, 51(5), 1000-1013.
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. 2019. *Understanding Nutrition* (15th ed.). Cengage Learning.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... & Murray, C. J. 2019. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447-492.

BAB 2

PENYERAPAN ZAT GIZI: PERAN USUS DALAM MENGAMBIL NUTRISI DARI MAKANAN

Oleh Agus Hendra Al Rahmad

2.1 Pendahuluan

Penyerapan zat gizi merupakan proses yang sangat penting dalam menjaga kesehatan tubuh. Tanpa penyerapan nutrisi yang efektif, tubuh tidak dapat mendapatkan energi dan bahan-bahan dasar untuk mempertahankan fungsi-fungsi vital. Penyerapan nutrisi yang baik juga mempengaruhi kesehatan jangka panjang, karena nutrisi yang diserap akan digunakan untuk memperbaiki dan memelihara jaringan tubuh (Zhang *et al.*, 2021). Masalah gizi di Indonesia masih menjadi tantangan yang signifikan. Menurut data dari Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Kemenkes RI), defisiensi nutrisi masih terjadi pada berbagai lapisan masyarakat, terutama di daerah pedesaan dan masyarakat kurang mampu (Kemenkes RI, 2019). Defisiensi nutrisi dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti anemia, kekurangan vitamin, dan gangguan pencernaan (Al Rahmad, 2023).

Penyerapan nutrisi yang efektif juga dipengaruhi oleh kondisi usus. Usus merupakan bagian penting dari sistem pencernaan yang bertanggung jawab untuk mengubah makanan menjadi nutrisi yang dapat digunakan oleh tubuh. Proses ini melibatkan berbagai jenis enzim dan bakteri yang berperan dalam menguraikan karbohidrat, protein, dan lemak menjadi bentuk yang lebih sederhana yang dapat diserap oleh tubuh (Putri, Irfanuddin and Murti, 2021).

Menurut Profil Kesehatan Indonesia 2020, defisiensi nutrisi masih menjadi masalah yang signifikan di Indonesia. Kekurangan vitamin dan mineral dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti

anemia defisiensi besi, kekurangan vitamin D, dan gangguan pencernaan (Kementerian Kesehatan, 2020). Oleh karena itu, penting untuk memahami proses penyerapan nutrisi dan peran usus dalam menjaga kesehatan tubuh.

Usus memiliki peran yang sangat penting dalam proses penyerapan nutrisi. Berikut adalah beberapa cara di mana usus berkontribusi dalam penyerapan nutrisi (Farré *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020):

1. Pencernaan Karbohidrat

Usus halus mengandung enzim amilase yang bertanggung jawab untuk menguraikan karbohidrat kompleks menjadi maltosa dan dextrin. Enzim maltase kemudian menguraikan maltosa menjadi glukosa yang dapat diserap oleh tubuh.

2. Pencernaan Protein

Usus halus juga mengandung enzim tripsin yang menguraikan protein menjadi peptida dan asam amino. Enzim peptidase kemudian menguraikan peptida menjadi asam amino yang dapat diserap oleh tubuh.

3. Pencernaan Lemak

Usus halus mengandung enzim lipase yang menguraikan lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak kemudian diserap oleh tubuh dan digunakan sebagai sumber energi.

4. Pencernaan Vitamin dan Mineral

Usus besar merupakan tempat utama untuk pencernaan vitamin dan mineral. Bakteri usus besar seperti *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* berperan dalam menguraikan sisa makanan menjadi bentuk yang lebih sederhana yang dapat diserap oleh tubuh.

Tujuan penulisan buku chapter ini adalah untuk mengidentifikasi peran usus dalam penyerapan nutrisi dan untuk membahas proses penyerapan zat gizi secara detail. Dengan demikian, pembaca dapat memahami betapa pentingnya usus dalam menjaga kesehatan tubuh melalui penyerapan nutrisi yang efektif. Dalam chapter ini, kita akan membahas secara komprehensif tentang struktur dan fungsi usus, proses pencernaan di usus halus dan usus besar, serta faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan

nutrisi. Selain itu, kita juga akan membahas konsekuensi penurunan penyerapan nutrisi dan strategi pencegahan serta pengobatan yang dapat dilakukan.

Dengan demikian, diharapkan pembaca dapat memiliki pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya penyerapan nutrisi dan peran usus dalam menjaga kesehatan tubuh.

2.2 Dasar-Dasar Penyerapan Zat Gizi

2.2.1 Definisi Penyerapan Zat Gizi

Penyerapan zat gizi merupakan salah satu proses penting dalam sistem pencernaan yang memungkinkan tubuh memperoleh nutrisi yang diperlukan untuk fungsi-fungsi vital. Secara umum, penyerapan nutrisi mengacu pada proses di mana hasil pencernaan dari makanan diambil oleh sel-sel epitel di saluran pencernaan, terutama di usus halus, dan kemudian masuk ke aliran darah atau sistem limfatik untuk didistribusikan ke seluruh tubuh. Proses ini melibatkan mekanisme transportasi aktif dan pasif yang sangat efisien dalam memastikan bahwa setiap jenis nutrisi dapat diserap dengan baik sesuai kebutuhan tubuh (Yadav, Verma and Chauhan, 2018).

Berbagai jenis nutrisi diserap melalui mekanisme yang berbeda, tergantung pada sifat kimiawi dan biologis masing-masing. Karbohidrat, misalnya, dipecah menjadi unit-unit dasar monosakarida seperti glukosa, fruktosa, dan galaktosa oleh enzim-enzim pencernaan seperti amilase dan maltase. Monosakarida ini kemudian diserap oleh sel-sel epitel usus melalui transportasi aktif atau pasif, tergantung pada konsentrasi mereka di lumen usus. Glukosa, sebagai contoh, diserap melalui transport aktif yang bergantung pada natrium, yang memanfaatkan gradien elektrokimia untuk masuk ke dalam sel (Gomaa, 2020).

Protein, di sisi lain, dipecah menjadi asam amino dan dipeptida melalui aksi enzim protease seperti pepsin dan tripsin. Setelah dipecah, asam amino ini diserap melalui transport aktif oleh sel-sel epitel usus halus. Beberapa asam amino juga dapat diserap dalam bentuk dipeptida dan tripeptida yang kemudian dipecah lebih lanjut di dalam sel epitel sebelum memasuki aliran darah (Chen, Michalak and Agellon, 2018; Holt *et al.*, 2019).

Lemak mengalami proses penyerapan yang berbeda dibandingkan dengan karbohidrat dan protein. Lemak dipecah menjadi asam lemak bebas dan monogliserida oleh enzim lipase dan garam empedu dalam bentuk misel. Produk pemecahan ini kemudian diserap oleh sel-sel epitel usus dan direesterifikasi menjadi trigliserida sebelum dikemas menjadi kilomikron untuk diangkut melalui sistem limfatik (Chen, Michalak and Agellon, 2018; Holtorf *et al.*, 2019).

Vitamin juga memerlukan proses penyerapan yang spesifik tergantung pada sifat kelarutannya. Vitamin larut lemak seperti A, D, E, dan K diserap bersama-sama dengan lemak melalui proses difusi pasif dalam bentuk misel, sementara vitamin larut air seperti vitamin C dan B-kompleks diserap melalui mekanisme transport aktif atau difusi pasif tergantung pada konsentrasi dan kebutuhan tubuh (Ofoedu *et al.*, 2021; Barone *et al.*, 2022).

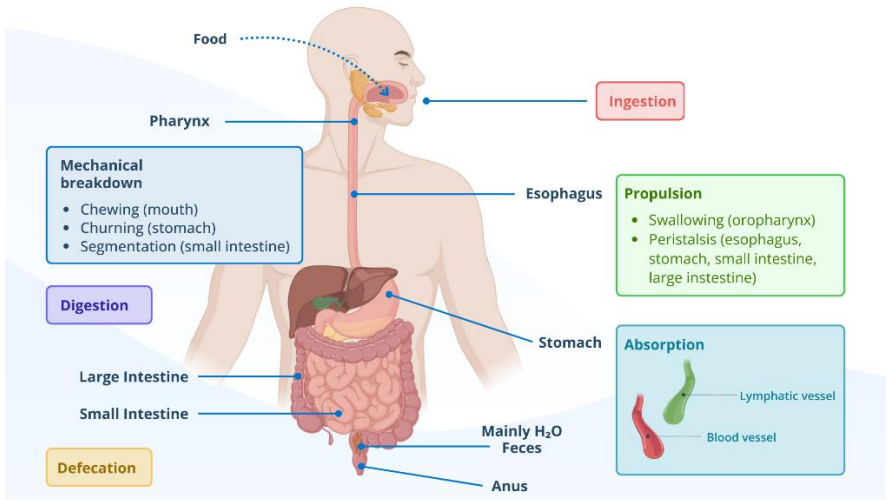
Mineral, seperti kalsium, zat besi, magnesium, dan seng, diserap melalui berbagai mekanisme transport, baik aktif maupun pasif. Kalsium, misalnya, memerlukan transport aktif yang dikontrol oleh vitamin D, sementara zat besi diserap melalui transport aktif yang melibatkan protein transport spesifik seperti feritin dan transferrin (Ofoedu *et al.*, 2021; Barone *et al.*, 2022).

2.2.2 Proses Penyerapan Nutrisi

Proses penyerapan nutrisi merupakan rangkaian langkah kompleks yang dimulai dari saat makanan pertama kali dikonsumsi hingga nutrisi tersebut diserap oleh tubuh dan digunakan untuk berbagai fungsi biologis. Proses ini dimulai dengan pencernaan mekanis dan kimiawi di mulut, di mana makanan dipecah menjadi partikel-partikel yang lebih kecil oleh gigi dan enzim-enzim pencernaan seperti amilase. Partikel makanan kemudian bergerak ke lambung, di mana pencernaan kimiawi lebih lanjut terjadi melalui aksi asam lambung dan enzim pepsin yang memecah protein menjadi peptide (Bender and Cunningham, 2021). Setelah melalui lambung, chyme yang semi-cair masuk ke usus halus, di mana sebagian besar penyerapan nutrisi terjadi. Di usus halus, makanan yang telah dipecah menjadi bentuk sederhana, seperti monosakarida, asam amino, asam lemak, dan vitamin, diserap oleh

sel-sel epitel usus melalui berbagai mekanisme transport. Proses ini sangat efisien berkat luasnya permukaan usus yang dilapisi oleh vili dan mikrovili yang meningkatkan kapasitas penyerapan (Ofoedu *et al.*, 2021).

The Digestive System



Gambar 2.1. Sistem Pencernaan Pada Manusia (Weinberg, 2024)

Salah satu langkah penting dalam penyerapan nutrisi adalah emulsifikasi lemak oleh garam empedu yang diproduksi oleh hati dan disimpan di kantong empedu. Garam empedu membantu memecah lemak menjadi partikel-partikel kecil yang dapat diakses oleh enzim lipase untuk dipecah menjadi asam lemak dan monogliserida. Produk ini kemudian diserap oleh sel epitel usus dan diangkut melalui sistem limfatik dalam bentuk kilomikron (Hartanto, 2010).

Enzim pencernaan sangat berperan dalam proses ini yaitu dengan memecah molekul-molekul besar seperti polisakarida, protein, dan trigliserida menjadi unit-unit kecil yang dapat diserap oleh tubuh. Amilase, misalnya, memecah pati menjadi maltosa dan glukosa, sementara pepsin dan tripsin memecah protein menjadi peptida dan asam amino. Lipase memecah trigliserida menjadi asam lemak dan monogliserida, yang kemudian diserap oleh usus. Selain enzim, mikrobiota usus juga berperan dalam proses penyerapan

nutrisi. Bakteri usus membantu dalam fermentasi serat yang tidak tercerna menjadi asam lemak rantai pendek seperti butirat, propionat, dan asetat, yang dapat diserap oleh tubuh dan digunakan sebagai sumber energi. Mikrobiota juga memproduksi vitamin seperti vitamin K dan biotin yang dapat diserap oleh tubuh, serta berkontribusi pada pemeliharaan integritas mukosa usus yang penting untuk penyerapan nutrisi (Zhang *et al.*, 2021; Weinberg, 2024).

Dengan adanya berbagai mekanisme ini, tubuh mampu secara efisien menyerap berbagai jenis nutrisi dari makanan dan memastikan bahwa setiap sel tubuh mendapatkan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan, perbaikan, dan fungsi sehari-hari. Penyerapan nutrisi yang optimal merupakan kunci untuk kesehatan dan kesejahteraan jangka panjang.

2.3 Peran Usus dalam Penyerapan Nutrisi

2.3.1 Struktur dan Fungsi Usus

Usus merupakan bagian penting dari sistem pencernaan yang bertanggung jawab untuk mengubah makanan menjadi nutrisi yang dapat digunakan oleh tubuh. Struktur dan fungsi usus sangat kompleks dan terintegrasi dalam proses penyerapan nutrisi. Usus merupakan organ penting dalam sistem pencernaan yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu usus halus dan usus besar. Setiap bagian memiliki struktur dan fungsi yang spesifik yang berperan dalam proses pencernaan dan penyerapan nutrisi. Usus halus, yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu duodenum (usus dua belas jari), jejunum (usus kosong), dan ileum (usus penyerapan), adalah tempat utama di mana sebagian besar penyerapan nutrisi terjadi. Duodenum adalah bagian tempat awal masuknya makanan dari lambung. Di sini, empedu dan enzim pankreas bekerja untuk menguraikan lemak, protein, dan karbohidrat menjadi bentuk yang lebih sederhana. Jejunum yaitu bagian yang secara terus menerus mencerna makanan dengan bantuan enzim-enzim yang dihasilkan oleh pankreas. Jejunum juga berperan dalam penyerapan nutrisi yang telah diuraikan. Sedangkan ileum, adalah bagian terakhir dari usus halus ini berfungsi sebagai tempat penyerapan nutrisi yang

lebih lanjut, termasuk vitamin B12 dan asam empedu (Montoro-Huguet, Belloc and Domínguez-Cajal, 2021).

Usus halus memiliki panjang sekitar 6-7 meter pada orang dewasa dan dilapisi oleh vili dan mikrovili, struktur berbulu halus yang memperluas permukaan penyerapan hingga 600 kali lipat dibandingkan dengan permukaan datar. Vili ini berfungsi untuk meningkatkan luas permukaan usus, memungkinkan penyerapan nutrisi yang lebih efisien (Couto *et al.*, 2020). Setiap vili memiliki jaringan kapiler yang kaya dan saluran limfatik (lacteal) yang memungkinkan transportasi nutrisi yang sudah diserap ke dalam sirkulasi darah dan sistem limfatik. Kapiler ini membawa nutrisi yang larut dalam air seperti asam amino, monosakarida, dan vitamin B dan C, sedangkan lacteal terutama menyerap lemak yang sudah dipecah menjadi asam lemak dan monogliserida. Fungsi utama dari struktur ini adalah untuk memastikan bahwa semua nutrisi dari makanan yang dicerna dapat diserap dengan efisien dan didistribusikan ke seluruh tubuh (Barone *et al.*, 2022).

Di sisi lain, usus besar memiliki peran yang berbeda tetapi tetap penting dalam pencernaan dan penyerapan nutrisi. Meskipun sebagian besar penyerapan nutrisi telah selesai di usus halus, usus besar, yang terdiri dari sekum, kolon, dan rektum, berfungsi untuk menyerap air dan elektrolit yang tersisa dari chyme (campuran makanan dan enzim pencernaan). Selain itu, usus besar juga berfungsi sebagai tempat fermentasi serat yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia, berkat aktivitas mikrobiota usus. Fermentasi ini menghasilkan asam lemak rantai pendek seperti asetat, propionat, dan butirat, yang dapat diserap dan digunakan sebagai sumber energi oleh tubuh (Couto *et al.*, 2020).

2.3.2 Proses Pencernaan di Usus Halus

Proses pencernaan dan penyerapan nutrisi yang terjadi di usus halus melibatkan serangkaian langkah kompleks yang dimulai dengan pencernaan kimiawi makanan oleh enzim pencernaan dan berakhir dengan penyerapan produk akhir pencernaan oleh sel-sel epitel usus. Di duodenum, chyme yang datang dari lambung bercampur dengan cairan empedu yang diproduksi oleh hati dan enzim pencernaan yang dihasilkan oleh pankreas. Cairan empedu

berperan penting dalam emulsifikasi lemak, yang merupakan proses memecah globul lemak besar menjadi partikel-partikel kecil yang lebih mudah diakses oleh enzim lipase. Emulsifikasi ini penting untuk penyerapan lemak, karena tanpa proses ini, lemak akan tetap dalam bentuk yang tidak dapat diserap oleh usus (Ramakrishna, 2013).

Enzim pankreas seperti amilase, lipase, dan protease berperan dalam memecah karbohidrat, lemak, dan protein menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana. Amilase memecah pati menjadi maltosa dan glukosa, sedangkan lipase memecah trigliserida menjadi asam lemak bebas dan monogliserida. Protease seperti tripsin dan kimotripsin memecah protein menjadi peptida dan asam amino. Proses ini dilanjutkan di jejunum dan ileum, di mana enzim yang diproduksi oleh sel-sel epitel usus, seperti disakaridase dan peptidase, memecah molekul yang lebih kompleks menjadi monosakarida dan asam amino, yang kemudian diserap ke dalam aliran darah (Harper, 2018).

Penyerapan nutrisi di usus halus terjadi melalui beberapa mekanisme, termasuk difusi pasif, transport aktif, dan endositosis. Monosakarida seperti glukosa dan galaktosa diserap melalui transport aktif yang melibatkan protein transporter spesifik seperti SGLT1, yang mengkatalisasi masuknya glukosa bersama dengan ion natrium ke dalam sel epitel. Asam amino diserap melalui transport aktif yang mirip, menggunakan transporter asam amino yang berbeda, tergantung pada jenis asam aminonya. Lemak, setelah dicerna menjadi asam lemak dan monogliserida, diserap melalui difusi pasif ke dalam sel epitel usus, di mana mereka kembali diresterifikasi menjadi trigliserida dan dikemas dalam kilomikron untuk transportasi melalui sistem limfatik (Ramakrishna, 2013).

2.3.3 Proses Pencernaan di Usus Besar

Setelah chyme melewati usus halus, sisa-sisa yang tidak tercerna, termasuk serat, air, dan elektrolit, masuk ke usus besar. Fungsi utama usus besar adalah untuk menyerap kembali air dan elektrolit, yang penting untuk menjaga keseimbangan cairan tubuh dan mengonsolidasikan sisa-sisa pencernaan menjadi tinja. Proses

ini sangat penting untuk mencegah dehidrasi dan mempertahankan volume darah yang adekuat (Boland, 2016).

Selain penyerapan air dan elektrolit, usus besar juga merupakan tempat utama fermentasi serat oleh mikrobiota usus. Mikrobiota usus terdiri dari triliunan mikroorganisme yang beragam, yang sebagian besar adalah bakteri anaerob. Fermentasi serat oleh bakteri ini menghasilkan gas seperti hidrogen, metana, dan karbon dioksida, serta asam lemak rantai pendek (SCFA) seperti asetat, propionat, dan butirat. SCFA ini dapat diserap oleh sel-sel epitel usus besar dan digunakan sebagai sumber energi oleh tubuh, terutama oleh sel-sel epitel usus sendiri (Macfarlane and Macfarlane, 2011).

Butirat, misalnya, berperan penuh dalam menjaga kesehatan mukosa usus dengan menyediakan energi yang diperlukan untuk regenerasi sel-sel epitel dan juga memiliki sifat anti-inflamasi yang membantu dalam mencegah penyakit radang usus. Selain itu, mikrobiota usus juga berperan dalam sintesis vitamin, seperti vitamin K dan beberapa vitamin B, yang kemudian diserap oleh usus besar (Couto *et al.*, 2020). Proses fermentasi di usus besar juga menghasilkan produk sampingan seperti gas, yang dapat menyebabkan kembung jika tidak dikeluarkan secara efisien. Namun, produksi gas ini merupakan bagian normal dari pencernaan dan mencerminkan aktivitas metabolik mikrobiota usus yang sehat (Macfarlane and Macfarlane, 2011).

Dengan demikian dapat dipahami bahwa, usus besar tidak hanya berperan dalam penyerapan air dan elektrolit tetapi juga dalam pemeliharaan kesehatan usus melalui produksi SCFA dan vitamin. Interaksi yang kompleks antara mikrobiota usus dan sel-sel epitel usus besar sangat penting untuk menjaga keseimbangan yang sehat dalam sistem pencernaan dan memastikan bahwa tubuh dapat memanfaatkan nutrisi dari makanan dengan cara yang paling efisien.

2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyerapan Zat Gizi

Penyerapan zat gizi adalah proses penting dalam sistem pencernaan yang memungkinkan tubuh untuk mendapatkan nutrisi

dari makanan yang dikonsumsi. Berbagai faktor dapat mempengaruhi efektivitas penyerapan nutrisi, termasuk faktor fisik, kimia, dan biologis. Faktor-faktor tersebut sangat penting untuk kita pahami sehingga dapat meningkatkan kesehatan dan mencegah masalah gizi, terutama di negara dengan masalah gizi seperti Indonesia. Dalam bagian, kita akan membahas secara mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan zat gizi, termasuk tekanan darah, sirkulasi darah, ketersediaan enzim pencernaan, ketersediaan asam lambung, kesehatan usus, serta kondisi pankreas dan hati.

Tekanan darah dan sirkulasi darah yang baik diperlukan untuk memastikan aliran darah yang cukup ke usus, yang mendukung proses penyerapan. Ketersediaan enzim pencernaan dan asam lambung yang cukup juga sangat penting untuk memecah makanan menjadi komponen yang dapat diserap. Selain itu, kesehatan usus dan kondisi pankreas serta hati juga berkontribusi pada efektivitas penyerapan nutrisi.

2.4.1 Faktor Fisik

1. Tekanan Darah

Tekanan darah berperan penting dalam proses penyerapan zat gizi. Tekanan darah yang optimal diperlukan untuk memastikan aliran darah yang cukup ke organ-organ pencernaan, termasuk usus. Ketika tekanan darah rendah, aliran darah ke usus dapat terganggu, yang berdampak pada penyerapan nutrisi. Penelitian menunjukkan bahwa hipoperfusi (aliran darah yang tidak mencukupi) dapat menyebabkan penurunan fungsi usus dan mengurangi kemampuan penyerapan nutrisi (Mohn and Johnson, 2015). Sebaliknya, tekanan darah yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada pembuluh darah dan mempengaruhi sirkulasi darah ke usus. Dalam kasus hipertensi, pembuluh darah dapat mengalami pengerasan, yang mengurangi elastisitas dan kemampuan mereka untuk membawa darah dengan baik (Zhang, 2022). Oleh karena itu, menjaga tekanan darah dalam rentang normal sangat penting untuk mendukung proses penyerapan nutrisi yang optimal.

2. Sirkulasi Darah ke Usus

Sirkulasi darah yang baik adalah kunci untuk penyerapan nutrisi yang efektif. Darah yang mengalir ke usus membawa oksigen dan nutrisi yang diperlukan untuk proses pencernaan dan penyerapan. Jika sirkulasi darah terganggu, misalnya karena penyakit kardiovaskular atau kondisi lain yang mempengaruhi aliran darah, maka kemampuan usus untuk menyerap nutrisi juga dapat terpengaruh (Mohn and Johnson, 2015). Sirkulasi darah yang baik juga membantu dalam pengangkutan produk-produk pencernaan yang telah diserap ke dalam aliran darah. Nutrisi yang diserap dari usus halus akan dibawa ke hati melalui vena porta untuk diproses lebih lanjut sebelum didistribusikan ke seluruh tubuh. Jika sirkulasi darah tidak optimal, proses ini dapat terganggu, yang berpotensi menyebabkan kekurangan nutrisi pada sel-sel tubuh (Zhang, 2022).

2.4.2 Faktor Kimia

1. Ketersediaan Enzim Pencernaan

Enzim pencernaan memiliki peran yang sangat penting dalam proses penyerapan zat gizi. Enzim ini bertanggung jawab untuk memecah makanan menjadi komponen yang lebih kecil sehingga dapat diserap oleh tubuh. Misalnya, enzim amilase memecah karbohidrat menjadi glukosa, sementara lipase menguraikan lemak menjadi asam lemak dan gliserol (Genbest, 2020). Ketersediaan enzim pencernaan yang cukup sangat penting untuk memastikan bahwa semua nutrisi dapat dipecah dan diserap dengan baik. Jika tubuh kekurangan enzim tertentu, maka proses pencernaan akan terganggu, yang dapat menyebabkan malabsorpsi atau penyerapan nutrisi yang tidak optimal (Montoro-Huguet, Belloc and Domínguez-Cajal, 2021). Misalnya, individu dengan defisiensi enzim pankreas mungkin mengalami kesulitan dalam mencerna lemak, yang dapat mengakibatkan penurunan penyerapan kalori dan nutrisi penting lainnya.

2. Ketersediaan Asam Lambung

Asam lambung, yang diproduksi oleh lambung, juga berperan penting dalam proses pencernaan. Asam lambung membantu mengaktifkan enzim pencernaan dan memecah makanan menjadi partikel yang lebih kecil. Selain itu, asam lambung juga berfungsi untuk membunuh bakteri dan mikroorganisme yang mungkin ada dalam makanan (Montoro-Huguet, Belloc and Domínguez-Cajal, 2021). Ketersediaan asam lambung yang cukup sangat penting untuk penyerapan nutrisi. Jika produksi asam lambung terganggu, misalnya pada kondisi hipoklorhidria (produksi asam lambung yang rendah), maka proses pencernaan akan terhambat. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan penyerapan nutrisi, terutama protein dan mineral seperti kalsium dan magnesium (Mohn and Johnson, 2015). Oleh karena itu, menjaga keseimbangan asam lambung dalam tubuh sangat penting untuk memastikan proses pencernaan dan penyerapan yang optimal.

2.4.3 Faktor Biologis

1. Kesehatan Usus

Kesehatan usus adalah faktor biologis yang sangat penting dalam penyerapan nutrisi. Usus yang sehat memiliki lapisan mukosa yang utuh dan mikrobiota usus yang seimbang, yang berkontribusi pada proses pencernaan dan penyerapan (Montoro-Huguet, Belloc and Domínguez-Cajal, 2021). Gangguan pada kesehatan usus, seperti peradangan, infeksi, atau kondisi seperti sindrom iritasi usus, dapat mengganggu kemampuan usus untuk menyerap nutrisi dengan baik. Penyakit radang usus, seperti penyakit Crohn dan kolitis ulserativa, dapat menyebabkan kerusakan pada dinding usus dan mengurangi area permukaan yang tersedia untuk penyerapan (Mohn and Johnson, 2015). Selain itu, gangguan mikrobiota usus juga dapat mempengaruhi metabolisme nutrisi dan penyerapan. Penelitian menunjukkan bahwa ketidakseimbangan mikrobiota usus dapat berkontribusi pada masalah penyerapan dan malnutrisi (Zhang, 2022).

2. Kondisi Pankreas dan Hati

Kondisi pankreas dan hati juga berpengaruh besar terhadap penyerapan nutrisi. Pankreas memproduksi enzim pencernaan yang diperlukan untuk memecah makanan, sedangkan hati berperan dalam metabolisme dan penyimpanan nutrisi. Jika salah satu dari organ ini mengalami gangguan, maka proses pencernaan dan penyerapan dapat terpengaruh. Misalnya, pankreatitis (peradangan pankreas) dapat mengurangi produksi enzim pencernaan, yang mengakibatkan malabsorpsi (Montoro-Huguet, Belloc and Domínguez-Cajal, 2021). Begitu juga dengan gangguan pada hati, seperti sirosis, dapat mempengaruhi metabolisme nutrisi dan mengganggu proses penyerapan di usus (Mohn and Johnson, 2015). Oleh karena itu, menjaga kesehatan pankreas dan hati sangat penting untuk memastikan penyerapan nutrisi yang optimal.

2.5 Konsekuensi Penurunan Penyerapan Zat Gizi

Penyerapan zat gizi adalah proses penting yang memungkinkan tubuh mendapatkan nutrisi dari makanan yang dikonsumsi. Ketika penyerapan zat gizi terganggu, berbagai konsekuensi kesehatan dapat muncul, termasuk defisiensi nutrisi dan gangguan pencernaan. Dalam sub-bab ini, kita akan membahas penyakit yang ditimbulkan akibat penurunan penyerapan zat gizi, serta strategi pencegahan dan pengobatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini.

2.5.1 Penyakit yang Ditimbulkan

1. Defisiensi Nutrisi

Defisiensi nutrisi terjadi ketika tubuh tidak mendapatkan cukup zat gizi yang diperlukan untuk berfungsi dengan baik. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk gangguan penyerapan yang disebabkan oleh penyakit atau kondisi medis tertentu. Beberapa contoh penyakit yang terkait dengan defisiensi nutrisi antara lain (Al Rahmad, Junaidi, *et al.*, 2023):

- a. Kwashiorkor: Penyakit ini disebabkan oleh kekurangan protein dalam diet, meskipun kalori mungkin cukup. Gejala yang muncul termasuk pembengkakan perut, kulit kering, dan perubahan warna rambut. Anak-anak yang mengalami kwashiorkor seringkali memiliki pertumbuhan yang terhambat dan sistem kekebalan tubuh yang lemah.
- b. Marasmus: Marasmus adalah kondisi yang disebabkan oleh kekurangan kalori dan protein secara bersamaan. Gejala meliputi penurunan berat badan yang signifikan, otot yang menyusut, dan tampilan yang sangat kurus. Marasmus lebih umum terjadi pada anak-anak yang tidak mendapatkan asupan gizi yang cukup.
- c. Anemia: Anemia dapat terjadi akibat kekurangan zat besi, vitamin B12, atau folat. Gejala anemia termasuk kelelahan, pusing, dan kulit yang pucat. Anemia dapat mempengaruhi kemampuan tubuh untuk mengangkut oksigen ke seluruh jaringan, sehingga mengganggu fungsi organ.

2. Gangguan Pencernaan

Penurunan penyerapan zat gizi juga dapat menyebabkan gangguan pencernaan. Beberapa kondisi yang terkait dengan gangguan pencernaan akibat penurunan penyerapan zat gizi meliputi:

- a. Sindrom Malabsorpsi: Kondisi ini terjadi ketika usus tidak dapat menyerap nutrisi dengan baik. Gejala termasuk diare, kembung, dan penurunan berat badan. Penyebab sindrom malabsorpsi dapat bervariasi, termasuk penyakit celiac, penyakit Crohn, dan infeksi usus (Montoro-Huguet, Belloc and Domínguez-Cajal, 2021).
- b. Penyakit Celiac: Penyakit ini adalah gangguan autoimun yang disebabkan oleh intoleransi terhadap gluten, protein yang ditemukan dalam gandum, barley, dan rye. Gejala penyakit celiac termasuk diare kronis, nyeri perut, dan penurunan berat badan. Jika tidak

diobati, penyakit ini dapat menyebabkan kerusakan permanen pada usus halus (Andika, 2021).

- c. Penyakit Crohn: Penyakit ini adalah kondisi inflamasi kronis yang dapat mempengaruhi bagian mana pun dari saluran pencernaan. Gejala penyakit Crohn meliputi nyeri perut, diare, dan penurunan berat badan. Penyakit ini dapat menyebabkan komplikasi serius, termasuk penyempitan usus dan abses (Montoro-Huguet, Belloc and Domínguez-Cajal, 2021).

2.5.2 Pencegahan dan Pengobatan

1. Strategi Pencegahan Penurunan Penyerapan Nutrisi

Pencegahan penurunan penyerapan nutrisi dapat dilakukan melalui beberapa strategi, antara lain:

- a. Diet Seimbang: Mengonsumsi makanan yang kaya akan nutrisi, termasuk protein, vitamin, dan mineral, sangat penting untuk mencegah defisiensi gizi. Makanan seperti sayuran, buah-buahan, biji-bijian, dan sumber protein seperti daging, ikan, dan kacang-kacangan harus menjadi bagian dari pola makan sehari-hari (Al Rahmad, Sofyan, *et al.*, 2023).
- b. Pemeriksaan Kesehatan Rutin: Melakukan pemeriksaan kesehatan secara rutin dapat membantu mendeteksi masalah pencernaan atau penyerapan nutrisi lebih awal. Dengan demikian, intervensi dapat dilakukan sebelum masalah menjadi lebih serius (Kemenkes RI, 2024).
- c. Edukasi Gizi: Masyarakat perlu diberikan edukasi mengenai pentingnya gizi seimbang dan dampak dari malnutrisi. Program-program edukasi dapat dilakukan di sekolah, komunitas, dan melalui media sosial untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya asupan gizi yang baik (Rahmad *et al.*, 2022).

2. Pengobatan Penyakit yang Terkait dengan Penurunan Penyerapan Nutrisi

Pengobatan untuk masalah penyerapan nutrisi tergantung pada penyebab yang mendasarinya. Beberapa pendekatan pengobatan meliputi:

- a. Pengaturan Diet: Untuk kondisi seperti penyakit celiac, pasien perlu menghindari makanan yang mengandung gluten. Pengaturan diet yang tepat dapat membantu mengurangi gejala dan meningkatkan penyerapan nutrisi (Montoro-Huguet, Belloc and Domínguez-Cajal, 2021).
- b. Suplemen Nutrisi: Dalam kasus defisiensi nutrisi, dokter mungkin merekomendasikan suplemen vitamin dan mineral untuk membantu memenuhi kebutuhan gizi. Suplemen ini dapat membantu memperbaiki status gizi pasien dan mencegah komplikasi lebih lanjut (Montoro-Huguet, Belloc and Domínguez-Cajal, 2021).
- c. Pengobatan Medis: Untuk kondisi yang lebih serius, seperti penyakit Crohn atau sindrom malabsorpsi, pengobatan medis mungkin diperlukan. Ini dapat mencakup penggunaan obat anti-inflamasi, kortikosteroid, atau terapi biologis untuk mengendalikan peradangan dan memperbaiki penyerapan nutrisi (Kemenkes RI, 2024).

2.6 Kesimpulan

Usus memiliki peran penting dalam menyerap nutrisi yang dibutuhkan tubuh untuk tetap sehat. Proses penyerapan ini terjadi di usus halus dan usus besar melalui berbagai mekanisme yang rumit untuk memastikan tubuh mendapatkan semua nutrisi yang diperlukan. Di usus halus, makanan seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral dipecah dan diserap oleh struktur mikrovili yang meningkatkan luas permukaan usus. Proses ini dibantu oleh enzim-enzim pencernaan seperti amilase, lipase, dan protease, serta oleh bakteri baik di usus yang membantu memecah serat menjadi asam lemak yang bermanfaat. Selain struktur dan fungsi usus, faktor-faktor seperti tekanan darah, aliran darah, ketersediaan enzim pencernaan, dan kesehatan usus secara keseluruhan juga mempengaruhi seberapa baik nutrisi diserap. Misalnya, tekanan darah yang normal dan aliran darah yang lancar ke usus memastikan proses pencernaan berjalan dengan baik. Ketersediaan enzim pencernaan dan asam lambung yang cukup juga sangat penting untuk memecah makanan menjadi bagian-bagian

yang bisa diserap oleh tubuh. Jika kesehatan usus terganggu, misalnya oleh peradangan atau infeksi, proses penyerapan nutrisi bisa menurun, yang dapat menyebabkan kekurangan nutrisi dan masalah pencernaan.

Saran untuk masyarakat, bahwa untuk meningkatkan penyerapan nutrisi secara alami, maka masyarakat penting untuk memperhatikan pola makan dan gaya hidup yang mendukung kesehatan usus. Berikut beberapa langkah yang bisa dilakukan:

1. Konsumsi makanan kaya serat: Makanlah banyak buah-buahan, sayuran, dan biji-bijian. Serat tidak hanya membantu proses pencernaan, tetapi juga mendukung bakteri baik di usus dalam memecah serat menjadi asam lemak yang bermanfaat bagi tubuh.
2. Makan probiotik: Konsumsi makanan yang mengandung probiotik, seperti yogurt dan makanan fermentasi lainnya, dapat membantu menjaga keseimbangan bakteri baik di usus, yang penting untuk penyerapan nutrisi yang optimal.
3. Jaga pola makan seimbang: Pastikan makanan yang dikonsumsi mengandung berbagai nutrisi penting. Hindari makanan yang terlalu banyak mengandung gula dan lemak jenuh.
4. Aktif secara fisik: Olahraga teratur membantu menjaga kesehatan usus dan meningkatkan aliran darah ke organ pencernaan.
5. Kelola stres: Stres dapat mempengaruhi kesehatan usus, jadi penting untuk menemukan cara-cara efektif untuk mengelola stres, seperti meditasi atau aktivitas relaksasi lainnya.
6. Cukup minum air: Pastikan tubuh terhidrasi dengan baik karena air membantu proses pencernaan dan penyerapan nutrisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andika, F.C. (2021) *Kekurangan Gizi: Pengertian, Akibat, dan Cara Mengatasi*, <https://www.k24klik.com/>. Available at: <https://www.k24klik.com/blog/kekurangan-gizi-pengertian-akibat-contoh-dan-cara-mengatasi/> (Accessed: 25 August 2024).
- Barone, M. *et al.* (2022) 'Gut microbiome–micronutrient interaction: The key to controlling the bioavailability of minerals and vitamins?', *BioFactors*, 48(2), pp. 307–314. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/biof.1835>.
- Bender, D.A. and Cunningham, S.M.C. (2021) *Introduction to nutrition and metabolism*. CRC Press.
- Boland, M. (2016) 'Human digestion—a processing perspective', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(7), pp. 2275–2283.
- Chen, Y., Michalak, M. and Agellon, L.B. (2018) 'Importance of Nutrients and Nutrient Metabolism on Human Health.', *The Yale journal of biology and medicine*, 91(2), pp. 95–103.
- Couto, M.R. *et al.* (2020) 'Microbiota-derived butyrate regulates intestinal inflammation: Focus on inflammatory bowel disease', *Pharmacological Research*, 159, p. 104947. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.104947>.
- Farré, R. *et al.* (2020) 'Intestinal Permeability, Inflammation and the Role of Nutrients', *Nutrients*, p. 1185. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu12041185>.
- Genbest (2020) *6 Enzim Pencernaan yang Penting dalam Tubuh*, <https://genbest.id/>. Available at: <https://genbest.id/articles/6-enzim-pencernaan-yang-penting-dalam-tubuh> (Accessed: 22 August 2024).
- Gomaa, E.Z. (2020) 'Human gut microbiota/microbiome in health and diseases: a review', *Antonie van Leeuwenhoek*, 113(12), pp. 2019–2040. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10482-020-01474-7>.

- Harper, A.G. (2018) 'Understanding the clinical significance of serum amylase and lipase in the digestive system', *Journal of Continuing Education Topics & Issues*, 20(3), pp. 90–95.
- Hartanto, H. (2010) 'Pengaruh ranggas paksa (Forced molting) metode puasa dan suplementasi tepung bekicot (*Achatina fulica*) pada ransium terhadap bobot ovarium dan pertumbuhan folikel yolk ayam arab (*Gallus turcius*)'. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Holtof, M. *et al.* (2019) 'Extracellular nutrient digestion and absorption in the insect gut', *Cell and Tissue Research*, 377(3), pp. 397–414. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00441-019-03031-9>.
- Kemenkes RI (2019) 'Pedoman Pencegahan dan Tatalaksana Gizi Buruk pada Balita', *Kementerian Kesehatan RI* [Preprint]. Jakarta.
- Kemenkes RI (2024) *Pentingnya Pemeriksaan Rutin*, <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/>. Available at: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/blog/20240109/5444667/pentingnya-pemeriksaan-rutin/> (Accessed: 25 August 2024).
- Kementerian Kesehatan (2020) *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2020*. Jakarta.
- Macfarlane, G.T. and Macfarlane, S. (2011) 'Fermentation in the human large intestine: its physiologic consequences and the potential contribution of prebiotics', *Journal of clinical gastroenterology*, 45, pp. S120–S127.
- Mohn, E.S. and Johnson, E.J. (2015) 'Nutrient absorption in the human gastrointestinal tract', in *Nanotechnology and Functional Foods*, pp. 3–34. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781118462157.ch2>.
- Montoro-Huguet, M.A., Belloc, B. and Domínguez-Cajal, M. (2021) 'Small and Large Intestine (I): Malabsorption of Nutrients', *Nutrients*, p. 1254. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu13041254>.
- Ofoedu, C.E. *et al.* (2021) 'Revisiting food-sourced vitamins for consumer diet and health needs: a perspective review, from

vitamin classification, metabolic functions, absorption, utilization, to balancing nutritional requirements', *PeerJ*. Edited by V. Uversky, 9, p. e11940. Available at: <https://doi.org/10.7717/peerj.11940>.

Putri, S.S.F., Irfanuddin, I. and Murti, K. (2021) 'Potensi Mikrobiota Usus Dalam Pencegahan Dan Tatalaksana Obesitas', *Jambi Medical Journal: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 9(3), pp. 276–282.

Rahmad, A.H. Al *et al.* (2022) 'Media booklet sebagai media edukasi gizi terhadap peningkatan perilaku ibu dalam penanganan bayi Berat Badan Lahir Rendah', *Ghidza: Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 6(1), pp. 47–55. Available at: <https://doi.org/10.22487/ghidza.v6i1.370>.

Al Rahmad, A.H., Sofyan, H., *et al.* (2023) 'Pemanfaatan leaflet dan poster sebagai media edukasi gizi seimbang terhadap peningkatan pengetahuan dan sikap remaja putri di Aceh Besar', *Jurnal Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 33(1), pp. 23–32.

Al Rahmad, A.H. (2023) 'Scoping Review: The Role of Micronutrients (Fe, Zn, Iodine, Retinol, Folate) During Pregnancy', *Jurnal Kesehatan Manarang*, 9(1), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.33490/jkm.v9i1.812>.

Al Rahmad, A.H., Junaidi, J., *et al.* (2023) 'The impact of integrating the ISO/IEC 25010 standard into the" PSG Balita" on the quality of the toddler nutritional status report data', *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 8(4), pp. 653–659. Available at: <https://doi.org/10.30867/action.v8i4.754>.

Ramakrishna, B.S. (2013) 'Role of the gut microbiota in human nutrition and metabolism', *Journal of gastroenterology and hepatology*, 28, pp. 9–17.

Wang, Y. *et al.* (2020) 'Single-cell transcriptome analysis reveals differential nutrient absorption functions in human intestine.', *The Journal of experimental medicine*, 217(2), p. e20191130. Available at: <https://doi.org/10.1084/jem.20191130>.

Weinberg, J.L. (2024) *Navigating Nutrient Absorption: Functional Medicine for Optimal Digestion*, Rupa Health. Available at:

<https://www.rupahealth.com/post/navigating-nutrient-absorption-functional-medicine-for-optimal-digestion>
(Accessed: 20 August 2024).

- Yadav, M., Verma, M.K. and Chauhan, N.S. (2018) 'A review of metabolic potential of human gut microbiome in human nutrition', *Archives of Microbiology*, 200(2), pp. 203–217. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00203-017-1459-x>.
- Zhang, P. (2022) 'Influence of Foods and Nutrition on the Gut Microbiome and Implications for Intestinal Health', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(17), p. 9588. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms23179588>.
- Zhang, Y. *et al.* (2021) 'Dietary Bioactive Lipids: A Review on Absorption, Metabolism, and Health Properties', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(32), pp. 8929–8943. Available at: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01369>.

BAB 3

LEMAK

Oleh Sudikno

3.1 Pendahuluan

Lemak merupakan molekul kecil yang terdapat dalam jaringan hidup, sebagian besar terdiri dari gliserol ester asam lemak, triasilgliserol. Lemak dan minyak makanan juga mengandung sedikit zat non-gliserida, termasuk fosfolipid, sterol, dan pigmen. Lemak umumnya digambarkan berdasarkan sumbernya, dan termasuk dalam golongan senyawa umum yang disebut lipid, yang dapat dikelompokkan berdasarkan komposisi, asal usul, dan sifatnya. Lipid mencakup beragam senyawa yang umumnya non-polar atau tidak larut dalam air, dan berasal dari organisme hidup (Alvarez, AMR; Rodrigues, 2000). Istilah lipid juga digunakan untuk menggambarkan asam lemak dan ester serta ester potensial asam lemak. Sebagian besar lemak makanan terdiri dari trigliserida, namun ada sejumlah kecil lipid yang lebih kompleks, seperti fosfolipid, yang terdapat dalam membran sel semua makanan yang kita makan (Sanders, 2016).

3.2 Tipe lemak

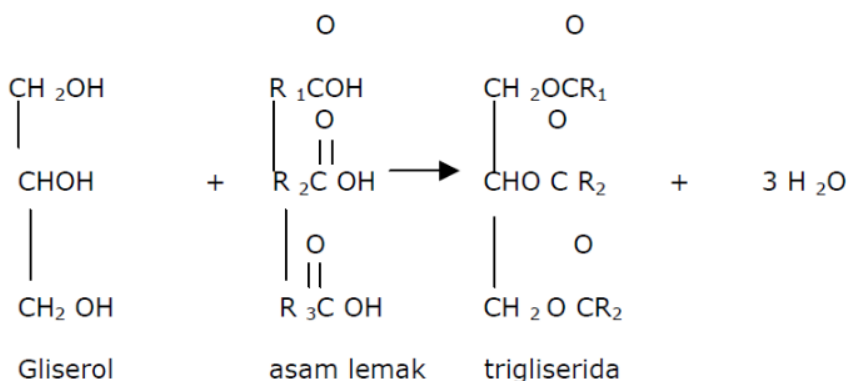
Lemak merupakan kelompok biomolekul yang beragam dengan berbagai peran struktural dan fungsional dalam organisme. Lemak secara umum dapat diklasifikasikan menjadi lipid nonpolar dan polar (Corradi *et al.*, 2019). Klasifikasi lemak didasarkan pada struktur kimia lipid dan elemen hidrofobik/hidrofilik, yaitu; asil lemak, gliserolipid, gliserofosfolipid, sfingolipid, lipid sterol, lipid prenol, sakarolipid, dan poliketida (Fahy *et al.*, 2005). Lemak juga dapat dikategorikan berdasarkan kemampuannya untuk mengalami saponifikasi, komposisi kimia (sederhana atau kompleks), dan blok pembangun (ketoasil atau isoprena)(Tietel *et al.*, 2023). Lemak memiliki fungsi penting dalam penyimpanan energi, struktur membran, pensinyalan sel, dan perlindungan lingkungan (Yu *et al.*,

2021). Pengembangan sistem klasifikasi lemak terstandarisasi memfasilitasi komunikasi internasional dan mendukung bidang lipidomik yang sedang berkembang, yang bertujuan untuk menganalisis molekul lipid secara komprehensif dalam konteks genomik dan proteomik (Fahy *et al.*, 2005).

3.3 Klasifikasi Lemak

Asam lemak

Asam lemak memiliki kriteria rantai hidrokarbon panjang dengan gugus asam karboksilat di salah satu ujungnya yang merupakan bahan dasar penyusun lemak (De Carvalho and Caramujo, 2018). Rantai ini dapat bervariasi, sehingga menghasilkan beragam molekul lipid dengan sifat dan fungsi yang berbeda (Harayama and Riezman, 2018). Klasifikasi lemak berdasarkan struktur asam lemak menyediakan kerangka kerja untuk memahami fungsi biologisnya dan bagaimana lipid berkontribusi terhadap kesehatan dan penyakit secara keseluruhan (Tracey *et al.*, 2018). Dengan memahami berbagai jenis asam lemak dan perannya dalam tubuh, para peneliti dapat mengembangkan terapi yang ditargetkan untuk berbagai kondisi kesehatan. Di sisi lain, lemak trans, yang dibuat secara artifisial melalui hidrogenasi, telah dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular (Firdaus and Mishra, 2021). Dengan mempelajari struktur dan fungsi asam lemak, para ilmuwan dapat terus mengungkapkan cara-cara baru untuk meningkatkan kesehatan dan mencegah penyakit (De Carvalho and Caramujo, 2018). Proses pembentukan lemak dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Proses pembentukan lemak
 Sumber: (Mulyani, 2018)

Gliserolipid

Gliserolipid adalah kategori lemak penting yang memainkan peran krusial dalam tubuh (Zhang and Reue, 2017). Gliserolipid adalah komponen penting membran sel dan berfungsi sebagai molekul penyimpanan energi dalam jaringan adipose (Zhang and Reue, 2017). Gliserolipid juga terlibat dalam jalur pensinyalan dan komunikasi sel, membantu mengatur berbagai proses fisiologis (Scott *et al.*, 2014). Penelitian telah menunjukkan bahwa perubahan dalam metabolisme gliserolipid dapat berkontribusi pada perkembangan gangguan metabolisme seperti obesitas dan diabetes (Yousri *et al.*, 2022). Memahami peran gliserolipid dalam kesehatan dan penyakit dapat memberikan wawasan berharga untuk pengembangan strategi terapi baru. Misalnya, disregulasi metabolisme gliserolipid telah dikaitkan dengan resistensi insulin dan peradangan pada jaringan adiposa, yang keduanya merupakan faktor kunci dalam patogenesis obesitas dan diabetes tipe 2 (Mocciaro and Gastaldelli, 2022). Dengan menargetkan enzim tertentu yang terlibat dalam sintesis atau pemecahan gliserolipid, para peneliti berharap dapat mengembangkan perawatan baru yang dapat membantu memulihkan keseimbangan metabolisme dan meningkatkan hasil kesehatan secara keseluruhan.

Selain itu, mempelajari dampak intervensi diet terhadap kadar gliserolipid dapat menawarkan cara baru untuk mencegah dan mengelola gangguan metabolisme di masa mendatang. Salah satu contoh adalah penggunaan intervensi diet seperti asam lemak omega-3, yang telah terbukti menurunkan sintesis gliserolipid dan meningkatkan oksidasi lipid, yang berpotensi mengurangi risiko obesitas dan diabetes tipe 2 (Durán *et al.*, 2022).

Fosfolipid

Fosfolipid dapat dimodifikasi oleh berbagai gugus kepala seperti kolin atau etanolamin (Tayebati *et al.*, 2015). Struktur unik ini memungkinkan fosfolipid membentuk lapisan ganda yang membentuk membran lipid, menyediakan penghalang yang mengendalikan pergerakan molekul masuk dan keluar sel (Suetsugu, Kurisu and Takenawa, 2014). Selain itu, fosfolipid tertentu bertindak sebagai molekul pemberi sinyal yang mengatur pertumbuhan sel, diferensiasi, dan apoptosis (Huang and Freter, 2015). Keseimbangan fosfolipid yang berbeda sangat penting untuk homeostasis seluler dan disfungsi dalam metabolisme fosfolipid telah dikaitkan dengan berbagai penyakit, termasuk kanker dan gangguan neurodegenerative (Lu and Claypool, 2015). Penelitian lebih lanjut tentang peran fosfolipid dalam kesehatan dan penyakit dapat mengarah pada strategi terapi baru yang menargetkan gliserolipid. Memahami peran rumit fosfolipid dalam fungsi seluler sangat penting untuk mengembangkan pengobatan yang ditargetkan untuk penyakit. Dengan memanipulasi keseimbangan fosfolipid, mungkin dapat memengaruhi jalur pensinyalan sel dan berpotensi menghentikan perkembangan penyakit tertentu. Bidang studi ini sangat menjanjikan bagi masa depan kedokteran, karena membuka kemungkinan baru untuk terapi yang dipersonalisasi dan efektif yang menargetkan akar penyebab berbagai penyakit. Meskipun menargetkan fosfolipid dapat menunjukkan harapan dalam mengobati penyakit tertentu, penting untuk mempertimbangkan potensi konsekuensi yang tidak diinginkan atau efek samping dari manipulasi molekul-molekul penting ini dalam tubuh. Selain itu, kompleksitas fungsi

seluler dan jalur pensinyalan dapat membuat sulit untuk mengembangkan perawatan yang ditargetkan yang secara efektif mengatasi akar penyebab penyakit.

Steroid

Merupakan golongan lipid dengan struktur empat cincin yang khas. Steroid, meliputi hormon seperti; estrogen, testosteron, dan kortisol (Yadav, Yadav and Kharya, 2014). Mengatur berbagai proses fisiologis dalam tubuh, termasuk metabolisme, respons imun, dan fungsi reproduksi - Dapat juga bertindak sebagai molekul pemberi sinyal, yang memengaruhi ekspresi gen dan pertumbuhan sel. Misalnya, lapisan lilin pada daun tanaman membantu mencegah hilangnya air melalui transpirasi dan melindungi tanaman dari dehidrasi. Selain itu, produksi hormon steroid pada mamalia memainkan peran penting dalam mengendalikan berbagai fungsi seperti pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi. Secara keseluruhan, lipid memainkan peran penting dalam berbagai proses dan fungsi biologis dalam organisme hidup. Dari menyediakan penyimpanan energi dan isolasi hingga membentuk komponen struktural membran sel, lemak sangat penting untuk kelangsungan hidup dan fungsi semua organisme hidup. Selain itu, sifat kimianya yang beragam membuatnya berharga dalam berbagai aplikasi, mulai dari penggunaan industri hingga pengaturan proses fisiologis dalam tubuh.

3.4 Fungsi Lemak

Lemak memiliki beberapa fungsi penting dalam sistem biologis, termasuk penyimpanan energi, pembentukan membran sel, dan bertindak sebagai molekul pemberi sinyal (De Carvalho and Caramujo, 2018). Lemak memainkan peran penting dalam metabolisme dan sangat penting untuk pengaturan proses fisiologis (Shimano and Sato, 2017). Selain itu, lemak berkontribusi pada dalam memberikan isolasi dan perlindungan pada organ vital (Yaqoob, 2013). Fungsinya yang beragam menggarisbawahi peran pentingnya lemak dalam menjaga kesehatan dan homeostasis secara keseluruhan (Kimmel and Sztalryd, 2016). Lemak juga memengaruhi struktur dan fluiditas sel (Harayama and Antonny,

2023). Lemak terlibat dalam produksi hormon dan respons imun (Howie *et al.*, 2018). Manajemen lemak yang tepat sangat penting untuk mencegah kondisi ini dan meningkatkan kesehatan jangka panjang (Hosseinzadeh and Wild, 2021).

3.5 Metabolisme lemak

Metabolisme lipid memainkan peran penting dalam fungsi seluler, homeostasis energi, dan proses penyakit. Kemajuan terkini dalam lipidomik dan spektrometri massa telah meningkatkan pemahaman kita tentang katabolisme, sintesis, dan pensinyalan lipid (Yoon *et al.*, 2021). Sel kanker menunjukkan perubahan spesifik dalam metabolisme lemak, yang memengaruhi sintesis membran, homeostasis energi, dan fungsi pensinyalan (Huang and Freter, 2015). Perubahan ini berkontribusi pada pertumbuhan sel yang cepat, pembentukan tumor, dan berbagai aspek fenotipe kanker (Park, Pyun and Park, 2020). Lemak terlibat dalam berbagai proses fisiologis, termasuk pembekuan darah dan fungsi membran sel (Wen *et al.*, 2018). Kelainan dalam metabolisme lemak dapat menyebabkan gangguan metabolisme dan penyakit penyimpanan lipid. Interaksi kompleks antara metabolisme lemak dan proses seluler menawarkan target terapi potensial untuk pengobatan kanker dan penyakit metabolik (Yoon *et al.*, 2021).

Lemak merupakan kelompok molekul beragam yang memainkan peran penting dalam tubuh, berfungsi sebagai sumber energi utama, membentuk membran sel, dan bertindak sebagai molekul pemberi sinyal (De Carvalho and Caramujo, 2018). Metabolisme lipid merupakan proses pemecahan dan sintesis molekul-molekul ini untuk menjaga homeostasis dalam tubuh (Gyamfi, Awuah and Owusu, 2019). Jalur metabolisme kompleks ini melibatkan berbagai enzim dan faktor pengatur yang bekerja sama untuk memastikan keseimbangan dan fungsi lipid yang tepat (Shimano and Sato, 2017). Memahami metabolisme lemak memiliki implikasi signifikan terhadap berbagai penyakit, termasuk obesitas, diabetes, dan gangguan kardiovaskular.

Penelitian di bidang ini telah memberikan wawasan berharga tentang mekanisme yang mendasari kondisi ini dan telah mengarah pada pengembangan strategi terapi baru yang ditujukan

untuk menargetkan metabolisme lemak. Salah satu bidang yang menjadi perhatian khusus adalah peran lemak makanan dalam memodulasi metabolisme lemak dan dampaknya terhadap kesehatan. Selain itu, penelitian yang muncul menunjukkan bahwa mikrobioma usus juga dapat memainkan peran penting dalam metabolisme lipid, dengan bakteri tertentu memengaruhi penyerapan dan penyimpanan lemak dalam tubuh (Jian *et al.*, 2022).

Interaksi kompleks antara lemak makanan, mikrobiota usus, dan metabolisme lipid ini menyoroti pentingnya diet yang seimbang dan bervariasi untuk kesehatan secara keseluruhan. Lebih jauh lagi, menjaga mikrobioma usus yang beragam dan seimbang melalui makanan kaya probiotik dan asupan serat juga dapat berkontribusi pada peningkatan metabolisme lemak (Aziz *et al.*, 2024).

Dengan mengambil pendekatan holistik terhadap zat gizi dan mempertimbangkan keterkaitan faktor-faktor ini, individu dapat mendukung profil lipid mereka dan meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan jangka panjang. Dengan memperhatikan semua aspek kesehatan, individu dapat mencapai profil lipid yang optimal dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular. Sementara pola makan, olahraga, dan manajemen stres merupakan faktor penting dalam menjaga kadar lemak yang sehat, genetika dan kondisi medis yang mendasarinya juga dapat memainkan peran penting dalam risiko seseorang terhadap penyakit kardiovaskular. Lebih jauh, diperlukan konsultasi dengan penyedia layanan kesehatan untuk menentukan pendekatan terbaik dalam mengelola kadar lemak berdasarkan faktor individu.

3.6 Sumber lemak

3.6.1 Sumber hewani

1. Daging dan unggas

Daging dan unggas merupakan sumber lemak yang kaya, terutama lemak jenuh (De Smet, 2012). Lemak ini dapat meningkatkan risiko penyakit jantung dan masalah kesehatan lainnya jika dikonsumsi secara berlebihan (Micha, Wallace and Mozaffarian, 2010). Pemilihan potongan daging dan unggas tanpa lemak dan membatasi asupan daging olahan yang

mengandung lemak jenuh tinggi dapat meminimalisasi risiko kesehatan (Schonfeldt and Hall, 2013).

Selain berfokus pada jenis lemak yang dikonsumsi, juga harus memperhatikan metode memasak yang digunakan. Memilih metode memasak yang lebih sehat, seperti memanggang, membakar, atau mengukus, dapat membantu mengurangi jumlah lemak dan kalori tambahan dalam makanan (Martins *et al.*, 2021).

2. Produk susu

Produk olahan susu seperti yogurt, susu, dan keju merupakan sumber lemak dan kalsium yang sangat baik (Pfeuffer and Watzl, 2018). Namun, penting untuk memilih pilihan rendah lemak atau tanpa lemak untuk menghindari konsumsi lemak jenuh yang berlebihan (Gershuni, 2018). Selain itu juga mempertimbangkan intoleransi laktosa atau alergi susu saat memasukkan susu ke dalam makanan, karena alternatif seperti susu almond atau yogurt kedelai dapat menyediakan zat gizi yang sama tanpa potensi masalah pencernaan (Szilagyi and Ishayek, 2018). Produk olahan susu dapat menjadi sumber zat gizi yang praktis dan terjangkau bagi mereka yang tidak memiliki intoleransi laktosa atau alergi susu (Suri *et al.*, 2019).

3. Telur

Telur adalah makanan serbaguna dan padat nutrisi yang dapat dimasukkan ke dalam pola makan yang lengkap (Parida, 2024). Selain sebagai sumber lemak, telur merupakan sumber protein, vitamin, dan mineral berkualitas tinggi seperti vitamin B12 dan selenium (Seuss-Baum and Nau, 2011).

3.6.2 Sumber nabati

1. Kacang-kacangan dan biji-bijian

Kacang-kacangan dan biji-bijian merupakan sumber lemak sehat, protein, dan nutrisi penting seperti magnesium dan seng yang sangat baik (De, 2020). Kacang-kacangan dan biji-bijian dapat digunakan dalam berbagai cara untuk

memasak dan memanggang guna menambah tekstur dan rasa pada hidangan (Rombauer *et al.*, 2019).

Kacang-kacangan dan biji-bijian juga dapat menjadi pilihan yang tepat bagi vegetarian yang mengikuti pola makan nabati, karena kacang-kacangan dan biji-bijian menyediakan sumber protein nabati yang baik (Alcorta *et al.*, 2021).

2. Alpukat

Alpukat merupakan salah satu sumber lemak sehat (Surjawan and Abdillah, 2018). Alpukat merupakan sumber lemak tak jenuh tunggal yang baik, yang dapat membantu meningkatkan kesehatan jantung (Pacheco *et al.*, 2022). Namun, alpukat mengandung kalori yang tinggi, sehingga harus dikonsumsi dalam jumlah sedang sebagai bagian dari diet seimbang untuk mencegah atau menghindari penambahan berat badan (Gupta *et al.*, 2018).

3. Minyak zaitun

Minyak zaitun adalah sumber lemak lainnya yang dapat dimasukkan ke dalam berbagai menu atau hidangan (Covas, de la Torre and Fitó, 2015). Minyak zaitun salah satu sumber lemak tak jenuh tunggal, yang telah dikaitkan dengan berbagai manfaat kesehatan seperti mengurangi peradangan dan meningkatkan kesehatan jantung (Nocella *et al.*, 2018). Minyak zaitun dapat digunakan untuk memasak, saus salad, atau sekadar dituang ke atas sayuran untuk menambah rasa (Tardi, 2014).

3.7 Dampak Lemak terhadap Kesehatan Manusia

1. Risiko Penyakit Jantung

Omega-3 dan omega-6 sebagai asam lemak esensial, diperlukan untuk fungsi otak dan kesehatan jantung (Djuricic and Calder, 2021). Selain itu, lemak berfungsi sebagai sumber energi vital, yang membantu mengisi bahan bakar tubuh dan mendukung metabolisme (Lopaschuk and Ussher, 2016). Namun, konsumsi lemak jenuh dapat menimbulkan risiko kesehatan, seperti peningkatan risiko penyakit jantung (Hooper

et al., 2020). Menu atau hidangan dengan menambahkan sumber asam lemak omega-3, seperti biji rami dan salmon, juga dapat memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan jantung dan otak (Tur *et al.*, 2012).

Selain menambahkan lemak tak jenuh ke dalam pola makan, juga dapat membatasi asupan lemak jenuh dan lemak trans, yang telah dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit jantung dan masalah kesehatan lainnya (Zárate *et al.*, 2017). Upaya mengurangi makanan olahan dan makanan yang digoreng dengan membatasi konsumsi lemak trans dapat mengurangi risiko kesehatan terkait dengan penyakit jantung (Kris-Etherton, 2010).

2. Obesitas dan penambahan berat badan

Obesitas berkaitan erat dengan gangguan metabolisme lemak, yang ditandai dengan akumulasi lemak berlebihan dan perubahan komposisi lemak (Aron-Wisnewskey *et al.*, 2021). Perubahan ini terutama disebabkan oleh konsumsi kalori berlebihan, berkurangnya aktivitas fisik, dan ketidakseimbangan hormon yang memengaruhi lipogenesis dan lipolisis (Zhang *et al.*, 2022). Kelainan lemak terkait dengan obesitas berkontribusi dengan berbagai penyakit kronis, termasuk diabetes, penyakit kardiovaskular, dan kanker tertentu (Deng, Li and Lei, 2020).

3. Peningkatan kadar kolesterol

Gangguan lemak, khususnya peningkatan kadar kolesterol LDL, lipoprotein(a), dan tingginya kadar trigliserida terkait dengan kejadian kardiovaskular (Lüscher and Mach, 2021). Peningkatan kadar LDL menyebabkan penumpukan kolesterol di arteri, meningkatkan risiko aterosklerosis dan penyakit terkait (Gray and Stern, 2019).

3.8 Dampak makanan yang rendah lemak

1. Kekurangan zat gizi

Penelitian studi kasus menunjukkan bahwa diet rendah lemak dapat menyebabkan berkurangnya asupan kalori dan

potensi kekurangan nutrisi pada populasi tertentu (Zinn, Rush and Johnson, 2018). Studi pada wanita pascamenopause dengan kanker payudara menunjukkan bahwa intervensi diet rendah lemak menghasilkan pengurangan signifikan dalam asupan lemak dan energi, tetapi juga menurunkan asupan seng dan magnesium (Jaiswal McEligot *et al.*, 2006). Demikian pula, sebuah studi pada anak-anak yang menunjukkan bahwa mereka yang mengonsumsi kurang dari 30% kalori yang bersumber dari lemak memiliki asupan kalori keseluruhan yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok asupan lemak yang lebih tinggi (Nicklas *et al.*, 1992).

2. Dampak pada fungsi kognitif

Penelitian tentang asupan lemak makanan dan fungsi kognitif pada orang dewasa yang lebih tua telah menghasilkan hasil yang beragam. Studi uji coba terkontrol acak menunjukkan bahwa menerapkan diet rendah lemak secara signifikan mengurangi risiko kemungkinan gangguan kognitif pada perempuan pascamenopause (Chlebowski *et al.*, 2020). Studi lain menemukan bahwa asupan lemak jenuh dan lemak trans yang lebih tinggi dengan penurunan kognitif yang lebih besar (Morris *et al.*, 2004), sementara studi lain mengaitkan asupan lemak yang lebih rendah dengan kinerja kognitif yang lebih baik (Ortega *et al.*, 1997). Hasil sistematis review dan meta-analisis menunjukkan hubungan yang negatif antara asupan lemak jenuh dan gangguan kognitif serta penyakit Alzheimer, tetapi menemukan hasil yang tidak konsisten untuk lemak tak jenuh (Cao *et al.*, 2019).

3. Kesehatan kulit

Studi literature review menunjukkan bahwa kebiasaan diet tertentu seperti konsumsi air yang lebih sedikit, diet tinggi lemak, gula rafinasi, dan aditif makanan tertentu yang tidak sehat dan berbahaya bagi kulit, sementara kebiasaan diet sehat alternatif seperti konsumsi air yang cukup; konsumsi antioksidan dan buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, dan polong-polongan yang kaya polifenol; diet indeks glikemik

rendah; probiotik; dan fitoestrogen harus diadopsi untuk meningkatkan penyembuhan kulit (Ahmed and Mikail, 2024). Namun, penelitian lain menunjukkan bahwa konsumsi lemak total dan lemak jenuh dalam makanan tidak terkait dengan tiga jenis utama kanker kulit (Ruan, Cheng and Zhu, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, I. A. and Mikail, M. A. (2024) 'Diet and skin health: The good and the bad', *Nutrition*. Elsevier, p. 112350.
- Alcorta, A. *et al.* (2021) 'Foods for plant-based diets: Challenges and innovations', *Foods*. MDPI, 10(2), p. 293.
- Alvarez, AMR; Rodrigues, M. (2000) 'Lipids in pharmaceutical and cosmetic preparations', *Grasas y Aceites*, 51(1–2), pp. 74–96.
- Aron-Wisnewsky, J. *et al.* (2021) 'Metabolism and metabolic disorders and the microbiome: the intestinal microbiota associated with obesity, lipid metabolism, and metabolic health—pathophysiology and therapeutic strategies', *Gastroenterology*. Elsevier, 160(2), pp. 573–599.
- Aziz, T. *et al.* (2024) 'Elucidating the role of diet in maintaining gut health to reduce the risk of obesity, cardiovascular and other age-related inflammatory diseases: Recent challenges and future recommendations', *Gut Microbes*. Taylor & Francis, 16(1), p. 2297864.
- Cao, G.-Y. *et al.* (2019) 'Dietary fat intake and cognitive function among older populations: a systematic review and meta-analysis', *The Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*. Springer, 6, pp. 204–211.
- De Carvalho, C. C. C. R. and Caramujo, M. J. (2018) 'The various roles of fatty acids', *Molecules*. MDPI, 23(10), p. 2583.
- Chlebowski, R. T. *et al.* (2020) 'Low-fat dietary pattern and global cognitive function: Exploratory analyses of the Women's Health Initiative (WHI) randomized Dietary Modification trial', *EClinicalMedicine*. Elsevier, 18.
- Corradi, V. *et al.* (2019) 'Emerging diversity in lipid-protein interactions', *Chemical reviews*. ACS Publications, 119(9), pp. 5775–5848.
- Covas, M.-I., de la Torre, R. and Fitó, M. (2015) 'Virgin olive oil: A key food for cardiovascular risk protection', *British Journal of Nutrition*. Cambridge University Press, 113(S2), pp. S19–S28.
- De, L. C. (2020) 'Edible seeds and nuts in human diet for immunity development', *Int. J. Recent Sci. Res*, 6(11), pp. 38877–38881.
- Deng, Z., Li, J. and Lei, L. (2020) 'Lipids, Weight Gain and Obesity',

- Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, pp. 1–18. doi: 10.1002/047167849x.bio103.
- Djuricic, I. and Calder, P. C. (2021) 'Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: An update for 2021', *Nutrients*. MDPI, 13(7), p. 2421.
- Durán, A. M. *et al.* (2022) 'Dietary omega-3 polyunsaturated fatty-acid supplementation upregulates protective cellular pathways in patients with type 2 diabetes exhibiting improvement in painful diabetic neuropathy', *Nutrients*. MDPI, 14(4), p. 761.
- Fahy, E. *et al.* (2005) 'A comprehensive classification system for lipids1', *Journal of lipid research*. ASBMB, 46(5), pp. 839–861.
- Firdaus, M. A. and Mishra, S. (2021) 'Industrial trans-fatty acid intake associated with coronary heart disease risk: a review', *J Nutr Food Sci*, 11, p. 806.
- Gershuni, V. M. (2018) 'Saturated fat: part of a healthy diet', *Current Nutrition Reports*. Springer, 7, pp. 85–96.
- Gray, C. and Stern, C. (2019) 'Treatment of Blood Cholesterol to Reduce Atherosclerotic Cardiovascular Risk in Adults', *Journal of Contemporary Pharmacy Practice*. California Pharmacists Association (CPhA), 66(3), pp. 54–63.
- Gupta, S. K. *et al.* (2018) 'Nutritional and pharmceutical benifits of avocado plant', *Journal of Advanced Scientific Research*, 9(02), pp. 4–11.
- Gyamfi, D., Awuah, E. O. and Owusu, S. (2019) 'Lipid metabolism: an overview', *The molecular nutrition of fats*. Elsevier, pp. 17–32.
- Harayama, T. and Antonny, B. (2023) 'Beyond fluidity: the role of lipid unsaturation in membrane function', *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*. Cold Spring Harbor Lab, 15(7), p. a041409.
- Harayama, T. and Riezman, H. (2018) 'Understanding the diversity of membrane lipid composition', *Nature reviews Molecular cell biology*. Nature Publishing Group UK London, 19(5), pp. 281–296.
- Hooper, L. *et al.* (2020) 'Reduction in saturated fat intake for cardiovascular disease', *Cochrane database of systematic reviews*. John Wiley & Sons, Ltd, (8).

- Hosseinzadeh, P. and Wild, R. (2021) 'Role of lipid management in women's health preventive care', *Obstetrics and Gynecology Clinics*. Elsevier, 48(1), pp. 173–191.
- Howie, D. *et al.* (2018) 'The role of lipid metabolism in T lymphocyte differentiation and survival', *Frontiers in immunology*. Frontiers Media SA, 8, p. 1949.
- Huang, C. and Freter, C. (2015) 'Lipid metabolism, apoptosis and cancer therapy', *International journal of molecular sciences*. MDPI, 16(1), pp. 924–949.
- Jaiswal McEligot, A. *et al.* (2006) 'Dietary fat, fiber, vegetable, and micronutrients are associated with overall survival in postmenopausal women diagnosed with breast cancer', *Nutrition and cancer*. Taylor & Francis, 55(2), pp. 132–140.
- Jian, Z. *et al.* (2022) 'The intestinal microbiome associated with lipid metabolism and obesity in humans and animals', *Journal of applied microbiology*. Blackwell Science Ltd Oxford, UK, 133(5), pp. 2915–2930.
- Kimmel, A. R. and Sztalryd, C. (2016) 'The perilipins: major cytosolic lipid droplet-associated proteins and their roles in cellular lipid storage, mobilization, and systemic homeostasis', *Annual review of nutrition*. Annual Reviews, 36(1), pp. 471–509.
- Kris-Etherton, P. M. (2010) 'Trans-fats and coronary heart disease', *Critical reviews in food science and nutrition*. Taylor & Francis, 50(S1), pp. 29–30.
- Lopaschuk, G. D. and Ussher, J. R. (2016) 'Evolving concepts of myocardial energy metabolism: more than just fats and carbohydrates', *Circulation Research*. Am Heart Assoc, 119(11), pp. 1173–1176.
- Lu, Y.-W. and Claypool, S. M. (2015) 'Disorders of phospholipid metabolism: an emerging class of mitochondrial disease due to defects in nuclear genes', *Frontiers in genetics*. Frontiers Media SA, 6, p. 3.
- Lüscher, T. F. and Mach, F. (2021) 'Lipid Disorders', *Manual of Cardiovascular Medicine*. Oxford University Press, p. 29.
- Martins, C. A. *et al.* (2021) "'Healthy',"usual" and "convenience" cooking practices patterns: How do they influence children's

- food consumption?', *Appetite*. Elsevier, 158, p. 105018.
- Micha, R., Wallace, S. K. and Mozaffarian, D. (2010) 'Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis', *Circulation*. Am Heart Assoc, 121(21), pp. 2271–2283.
- Mocciaro, G. and Gastaldelli, A. (2022) 'Obesity-related insulin resistance: the central role of adipose tissue dysfunction', in *From Obesity to Diabetes*. Springer, pp. 145–164.
- Morris, M. C. *et al.* (2004) 'Dietary fat intake and 6-year cognitive change in an older biracial community population', *Neurology*. AAN Enterprises, 62(9), pp. 1573–1579.
- Mulyani, S. A. (2018) *Lemak dan Minyak*, *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Nicklas, T. A. *et al.* (1992) 'Nutrient adequacy of low fat intakes for children: the Bogalusa Heart Study', *Pediatrics*. American Academy of Pediatrics, 89(2), pp. 221–228.
- Nocella, C. *et al.* (2018) 'Extra virgin olive oil and cardiovascular diseases: Benefits for human health', *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders)*. Bentham Science Publishers, 18(1), pp. 4–13.
- Ortega, R. M. *et al.* (1997) 'Dietary intake and cognitive function in a group of elderly people', *The American journal of clinical nutrition*. Elsevier, 66(4), pp. 803–809.
- Pacheco, L. S. *et al.* (2022) 'Avocado consumption and risk of cardiovascular disease in US adults', *Journal of the american heart association*. Am Heart Assoc, 11(7), p. e024014.
- Parida, S. (2024) *Nutrition-A Life Cycle Approach*. Academic Guru Publishing House.
- Park, J. H., Pyun, W. Y. and Park, H. W. (2020) 'Cancer metabolism: phenotype, signaling and therapeutic targets', *Cells*. MDPI, 9(10), p. 2308.
- Pfeuffer, M. and Watzl, B. (2018) 'Nutrition and health aspects of milk and dairy products and their ingredients', *Ernahrungs Umschau*, 65(2), pp. 22–33.
- Rombauer, I. S. *et al.* (2019) *Joy of cooking: 2019 edition fully revised*

and updated. Scribner.

- Ruan, L., Cheng, S.-P. and Zhu, Q.-X. (2020) 'Dietary fat intake and the risk of skin cancer: a systematic review and meta-analysis of observational studies', *Nutrition and Cancer*. Taylor & Francis, 72(3), pp. 398–408.
- Sanders, T. A. B. (2016) *Introduction: The Role of Fats in Human Diet. The Role of Fats in Human Diet., Functional Dietary Lipids: Food Formulation, Consumer Issues and Innovation for Health*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-1-78242-247-1.00001-6.
- Schonfeldt, H. C. and Hall, N. (2013) "'Fish, chicken, lean meat and eggs can be eaten daily": a food-based dietary guideline for South Africa', *South African Journal of clinical nutrition*, 26, pp. S66–S76.
- Scott, S. A. et al. (2014) 'Chemical modulation of glycerolipid signaling and metabolic pathways', *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*. Elsevier, 1841(8), pp. 1060–1084.
- Seuss-Baum, I. and Nau, F. (2011) 'The nutritional quality of eggs', in *Improving the safety and quality of eggs and egg products*. Elsevier, pp. 201–236.
- Shimano, H. and Sato, R. (2017) 'SREBP-regulated lipid metabolism: convergent physiology—divergent pathophysiology', *Nature Reviews Endocrinology*. Nature Publishing Group UK London, 13(12), pp. 710–730.
- De Smet, S. (2012) 'Meat, poultry, and fish composition: Strategies for optimizing human intake of essential nutrients', *Animal frontiers*. Oxford University Press, 2(4), pp. 10–16.
- Suetsugu, S., Kurisu, S. and Takenawa, T. (2014) 'Dynamic shaping of cellular membranes by phospholipids and membrane-deforming proteins', *Physiological reviews*. American Physiological Society Bethesda, MD, 94(4), pp. 1219–1248.
- Suri, S. et al. (2019) 'Considerations for development of lactose-free food', *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*. Elsevier, 15, pp. 27–34.
- Surjawan, I. and Abdillah, E. (2018) 'The potential of avocado paste (*Persea americana*) as fat substitute in non-dairy ice cream', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.

IOP Publishing, p. 12006.

- Szilagyi, A. and Ishayek, N. (2018) 'Lactose intolerance, dairy avoidance, and treatment options', *Nutrients*. MDPI, 10(12), p. 1994.
- Tardi, A. (2014) 'The culinary uses of extra-virgin olive oil', *The extra-virgin olive oil handbook*. Wiley Online Library, pp. 321–337.
- Tayebati, S. K. *et al.* (2015) 'Choline-containing phospholipids: structure-activity relationships versus therapeutic applications', *Current Medicinal Chemistry*. Bentham Science Publishers, 22(38), pp. 4328–4340.
- Tietel, Z. *et al.* (2023) 'An overview of food lipids toward food lipidomics', *Comprehensive reviews in food science and food safety*. Wiley Online Library, 22(6), pp. 4302–4354.
- Tracey, T. J. *et al.* (2018) 'Neuronal lipid metabolism: multiple pathways driving functional outcomes in health and disease', *Frontiers in molecular neuroscience*. Frontiers Media SA, 11, p. 10.
- Tur, J. A. *et al.* (2012) 'Dietary sources of omega 3 fatty acids: public health risks and benefits', *British Journal of Nutrition*. Cambridge University Press, 107(S2), pp. S23–S52.
- Wen, P.-C. *et al.* (2018) 'Microscopic view of lipids and their diverse biological functions', *Current opinion in structural biology*. Elsevier, 51, pp. 177–186.
- Yadav, R., Yadav, N. and Kharya, M. D. (2014) 'Steroid chemistry and steroid hormone action: a review', *Asian Journal of Research in Chemistry*. A & V Publications, 7(11), pp. 964–969.
- Yaqoob, P. (2013) 'Role of lipids in human nutrition', in *Handbook of olive oil: Analysis and properties*. Springer, pp. 655–675.
- Yoon, H. *et al.* (2021) 'Lipid metabolism in sickness and in health: Emerging regulators of lipotoxicity', *Molecular cell*. Elsevier, 81(18), pp. 3708–3730.
- Yousri, N. A. *et al.* (2022) 'Metabolic and metabo-clinical signatures of type 2 diabetes, obesity, retinopathy, and dyslipidemia', *Diabetes*. Am Diabetes Assoc, 71(2), pp. 184–205.
- Yu, L. *et al.* (2021) 'Mechanisms and functions of membrane lipid remodeling in plants', *The Plant Journal*. Wiley Online

- Library, 107(1), pp. 37–53.
- Zárate, R. *et al.* (2017) 'Significance of long chain polyunsaturated fatty acids in human health', *Clinical and translational medicine*. Springer, 6, pp. 1–19.
- Zhang, D. *et al.* (2022) 'Important hormones regulating lipid metabolism', *Molecules*. MDPI, 27(20), p. 7052.
- Zhang, P. and Reue, K. (2017) 'Lipin proteins and glycerolipid metabolism: Roles at the ER membrane and beyond', *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*. Elsevier, 1859(9), pp. 1583–1595.
- Zinn, C., Rush, A. and Johnson, R. (2018) 'Assessing the nutrient intake of a low-carbohydrate, high-fat (LCHF) diet: a hypothetical case study design', *BMJ open*. British Medical Journal Publishing Group, 8(2), p. e018846.

BAB 4

PROTEIN

Oleh Widya Lestari Nurpratama

4.1 Pendahuluan

Protein merupakan zat gizi yang paling banyak terdapat dalam tubuh. Protein merupakan bagian dari semua sel-sel hidup. Kurang lebih seperlima dari berat badan tubuh orang dewasa merupakan protein. Protein banyak terdapat di otot, di tulang atau tulang rawan, di kulit, sisanya terdapat dalam jaringan lain dan cairan tubuh. Protein terdapat dalam bentuk serabut, globular dan konjugasi. Protein merupakan zat pembangun utama dalam tubuh untuk mengganti serta memelihara sel-sel tubuh yang rusak, mencerna makanan, serta menjaga proses normal dalam tubuh (Yani *et al.*, 2023). Protein merupakan zat gizi yang sangat penting bagi tubuh karena berfungsi sebagai sumber energi, zat pembangun dan zat pengatur. Protein adalah makromolekul yang secara fisik dan fungsional memiliki struktur yang kompleks dan memiliki beragam peran penting. Protein mengalami perubahan fisik dan fungsional yang mencerminkan siklus hidup organisme tempat protein itu berada (Putri *et al.*, 2022).

Protein memiliki peran penting sebagai zat pembangun dan pengatur, serta berfungsi sebagai komponen pada sel tubuh. Protein dapat diperoleh dari sumber nabati dan sumber hewani. Protein hewani memiliki kualitas lebih tinggi dibandingkan dengan protein nabati, karena mengandung komposisi asam amino esensial yang lengkap dan optimal untuk memenuhi kebutuhan manusia. Selain dari segi kualitas, jumlah atau kuantitas dari protein yang diasup juga penting untuk diperhatikan. Asam amino esensial penting bagi tubuh karena jika jumlahnya cukup dalam tubuh maka akan mudah dicerna dan diserap oleh tubuh. Asam amino esensial yang diperlukan seperti contohnya asam amino lisin, leusin, isoleusin, valin, treonin, fenilalanin, tirosin, metionin, sistein, triptopan, histidin dan arginin yang mana asam amino tersebut merupakan

contoh asam amino esensial artinya penting untuk tubuh seseorang. Sebagian besar protein yang dikonsumsi harus berkualitas tinggi seperti protein hewani karena memiliki daya cerna yang lebih baik dan kandungan asam amino esensial yang lebih lengkap dibandingkan protein nabati (Haryani *et al.*, 2023).

Keseimbangan nitrogen positif ketika sintesis melebihi kerusakan, seperti pada masa pertumbuhan. Asam amino sangat penting untuk sintesis protein dan biomolekul lainnya, dan digunakan untuk menghasilkan energi selama kondisi ekstrem (misalnya, sakit, kelaparan). Asam amino sering diklasifikasikan sebagai esensial, esensial bersyarat, atau nonesensial, meskipun esensialitas bergantung pada spesies, usia, penyakit, dan kondisi. Pada manusia, sembilan asam amino diklasifikasikan sebagai asam amino esensial. Jika kebutuhan biologis atau fisiologis untuk asam amino tidak terpenuhi, protein otot rangka akan didegradasi untuk menyediakan asam amino yang diperlukan. Degradasi protein otot rangka yang berlebihan, meskipun penting untuk menyediakan asam amino, bermasalah bagi kesehatan otot rangka secara keseluruhan (Thalacker-Mercer *et al.*, 2020).

Protein terdiri dari unit-unit yang disebut asam amino, yang dirangkai menjadi bentuk-bentuk kompleks. Karena protein merupakan molekul kompleks, tubuh membutuhkan waktu lebih lama untuk memecahnya. Akibatnya, protein menjadi sumber energi yang jauh lebih lambat dan tahan lama dibandingkan karbohidrat. Terdapat 20 asam amino. Tubuh mensintesis beberapa di antaranya dari komponen-komponen dalam tubuh, tetapi tidak dapat mensintesis 9 asam amino yang disebut asam amino esensial. Asam amino tersebut harus dikonsumsi dari makanan. Setiap orang membutuhkan 8 asam amino ini isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, dan valin. Bayi juga membutuhkan asam amino ke-9, histidin. Persentase protein yang dapat digunakan tubuh untuk mensintesis asam amino esensial bervariasi dari satu protein ke protein lainnya. Tubuh dapat menggunakan 100% protein dalam telur dan persentase protein yang tinggi dalam susu dan daging. Tubuh dapat menggunakan sedikit kurang dari setengah protein dalam sebagian besar sayuran dan sereal.

Tubuh membutuhkan protein untuk memelihara dan mengganti jaringan serta untuk berfungsi dan tumbuh. Protein biasanya tidak digunakan untuk energi. Namun, jika tubuh tidak mendapatkan cukup kalori dari gizi lain atau dari lemak yang tersimpan dalam tubuh, protein dipecah menjadi badan keton untuk digunakan sebagai energi. Jika protein yang dikonsumsi lebih banyak dari yang dibutuhkan, tubuh akan memecah protein dan menyimpan komponennya sebagai lemak. Tubuh mengandung sejumlah besar protein. Protein, bahan pembangun utama dalam tubuh, merupakan komponen utama sebagian besar sel. Misalnya, otot, jaringan ikat, dan kulit semuanya terbuat dari protein.

Orang dewasa perlu mengonsumsi sekitar 60 gram protein per hari (0,8 gram per kilogram berat badan atau 10 hingga 15% dari total kalori). Apakah mengonsumsi lebih banyak protein membantu sebagian besar orang dewasa masih kontroversial. Orang dewasa yang mencoba membangun otot membutuhkan lebih banyak protein. Anak-anak juga membutuhkan lebih banyak protein karena mereka sedang tumbuh. Orang yang sedang hamil atau menyusui atau yang memiliki penyakit kritis juga membutuhkan lebih banyak protein. Orang yang membatasi kalori untuk menurunkan berat badan biasanya membutuhkan lebih banyak protein untuk mencegah hilangnya otot saat mereka menurunkan berat badan. Orang yang lebih tua mungkin memerlukan kadar protein yang lebih tinggi hingga 1,2 g/kg berat badan. Namun, jumlah ini berlebihan dan berpotensi membahayakan dalam kondisi tertentu seperti gagal ginjal dan insufisiensi ginjal. Penelitian juga menunjukkan bahwa protein lebih mengenyangkan (membantu orang merasa kenyang lebih lama) daripada karbohidrat dan lemak (Putri *et al.*, 2022)(Thalacker-Mercer *et al.*, 2020).

4.2 Komplikasi Kesehatan akibat Kekurangan Protein

Protein merupakan zat gizi makro yang penting untuk perkembangan, pemeliharaan, dan perbaikan semua sel tubuh. Tubuh tidak dapat berfungsi tanpa protein. Mengabaikan asupan protein yang cukup dapat menimbulkan berbagai gejala negatif dan akhirnya menyebabkan kematian. Kekurangan protein

menunjukkan kekurangan protein tubuh atau kekurangan relatif satu atau beberapa asam amino esensial. Dengan demikian, kekurangan protein identik dengan keseimbangan nitrogen negatif. Kekurangan tersebut dapat disebabkan oleh pola makan yang kekurangan protein atau kejadian lain, seperti penyakit, dan harus dibedakan dari sindrom multifaktorial kwashiorkor. Akan tetapi, ciri klinis dan efek fisiologisnya secara umum mirip dengan kwashiorkor. Penyebab dan kelompok yang berisiko mengalami kekurangan protein dijelaskan. Ciri klinis, efek fisiologis, dan pengobatannya dijelaskan. Adaptasi terhadap asupan protein rendah dan cadangan protein tubuh dibahas (Khan, 2017).

1. Kwashiorkor

Awalnya, kwashiorkor adalah patologi yang dibenarkan oleh rendahnya konsumsi protein dan tingginya karbohidrat pada anak-anak yang disapih. Kwashiorkor merupakan salah satu bentuk kekurangan energi protein (KEP) yang disebabkan oleh kurangnya asupan protein. Kwashiorkor sering dihubungkan dengan adanya penyakit infeksi dan anemia. Tingkat kematian akibat kwashiorkor dapat mencapai 10-30 persen. Kwashiorkor adalah sejenis kekurangan protein pada anak dan memiliki berbagai manifestasi yang mencakup pembesaran hati, perut bengkak, edema pedal (kaki bengkak), depigmentasi kulit, iritasi kulit, rambut rontok, dan kehilangan gigi. Terakhir, kondisi ini dapat menghambat perkembangan mental dan fisik anak (Anggraeny *et al.*, 2016).



Gambar 4.1. Kwashiorkor

2. Marasmus

Marasmus merupakan bentuk malnutrisi berat yang paling umum dan penyakit gizi terpenting di negara-negara berkembang, termasuk di Indonesia. Kekurangan makanan yang menyediakan energi lebih dominan daripada kekurangan protein. Marasmus adalah sejenis kekurangan protein yang dapat menyebabkan kelemahan, kehilangan otot, dan berkurangnya kadar otot dibandingkan lemak, penurunan tingkat vitalitas, dan penurunan berat badan. Hal ini juga mengurangi efektivitas sistem kekebalan tubuh dan membuat penderitanya lebih rentan terhadap infeksi.



Gambar 5.2. Marasmus

3. Kesehatan mental yang terganggu

Kekurangan protein jangka panjang dapat memengaruhi kesehatan secara psikologis dalam berbagai cara. Hal ini dapat menyebabkan gangguan mental (terutama pada anak muda) dan juga menyebabkan ketegangan, kekesalan, kesedihan, dan kejengkelan.

4. Edema

Tidak mendapatkan cukup protein dapat menyebabkan edema (retensi cairan). Hal ini dapat menyebabkan

pembengkakan di berbagai area tubuh, seperti kaki, tangan, dan perut. Selain pembengkakan, edema juga dapat menyebabkan nyeri pada anggota badan, kulit bernoda, tekanan darah tinggi, dan persendian.

5. Gagal organ

Protein diperlukan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan berbagai fungsi tubuh. Kekurangan protein dapat menyebabkan fungsi organ tubuh yang tidak tepat.

6. Penyusutan dan penyusutan jaringan otot

Ketika tidak mendapatkan cukup protein dalam pola makan, tubuh akan mulai mengambilnya dari tempat lain dalam tubuh. Salah satu sumber utama tubuh adalah otot. Contohnya jika tubuh mengambil protein dari otot, otot akan menyusut dan mengecil. Atrofi merupakan suatu istilah yang mendefinisikan kondisi ketika otot menyusut akibat hilangnya jaringan otot. Pada kondisi atrofi, otot tampak lebih kecil dari ukuran biasanya dan dapat menimbulkan penurunan kekuatan dari otot dan sistem gerak tubuh. Pada umumnya atrofi terjadi pada otot yang tidak aktif digerakkan sehingga pada akhirnya tubuh akan memecahnya untuk mengurangi energi yang diperlukan.

7. Sistem kekebalan tubuh yang lemah

Protein sangat penting untuk pembentukan antibodi yang merupakan bagian penting dari kerangka kerja yang aman. Jika Anda kekurangan protein, tubuh Anda tidak akan mampu memproduksi antibodi ini. Hal ini membuat Anda lebih rentan terhadap penyakit karena tubuh Anda akan berjuang melawan zat asing. Kesimpulan Berdasarkan literatur yang tersedia, peneliti sampai pada kesimpulan bahwa kekurangan protein dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti kwashiorkor, marasmus, gangguan kesehatan mental, edema, kegagalan organ, penyusutan dan penyusutan jaringan otot, dan melemahnya sistem kekebalan tubuh (Khan, 2017).

4.3 Asupan Protein Optimal

Angka Kecukupan Gizi (AKG) internasional tanpa memandang usia saat ini AKG untuk protein adalah 0,8 g per kg berat badan. Di Rekomendasi ini ditetapkan sebagai jumlah minimum untuk menjaga keseimbangan nitrogen dan tidak dioptimalkan untuk tingkat aktivitas fisik (PAL). Individu dengan PAL rendah memiliki tingkat retensi nitrogen yang menurun dan oleh karena itu untuk mempertahankan jaringan otot, kebutuhan protein meningkat dibandingkan dengan mereka yang aktif. Mengingat bahwa aktivitas fisik menurun seiring bertambahnya usia, ini merupakan faktor penting saat kebutuhan protein dievaluasi. Lebih jauh, tubuh orang dewasa yang menua mengalami berbagai perubahan fisiologis yang mengubah penggunaan protein, dan dengan demikian kebutuhan akan resistensi anabolik, resistensi insulin, gangguan pencernaan, peradangan, dan penurunan kadar IGF-1 (Lonnie *et al.*, 2018).

4.4 Distribusi Harian

Selain dari total asupan harian, kuantitas protein per-makan dan frekuensi harian konsumsi protein juga terbukti berperan penting dalam menjaga massa dan fungsi otot. Diperkirakan bahwa konsumsi dua hingga tiga kali makan sehari, yang masing-masing mengandung ~25–30 g protein berkualitas tinggi, optimal untuk stimulasi sintesis protein otot 24 jam pada orang dewasa yang sehat (Farsijani *et al.*, 2017).

Kuantitas perkiraan ini dianggap cukup, baik untuk orang dewasa muda maupun orang dewasa tua yang sehat. Pemanfaatan protein mencapai titik jenuh setelah konsumsi 0,24 g whey dan protein telur/kg/bb pada pria muda (~22 tahun) dan setelah 0,40 g/kg/bb pada pria yang lebih tua (~71 tahun). Temuan serupa dilaporkan dalam studi pemberian makanan akut oleh Symons dan rekan-rekannya yang membandingkan efek 30 g protein daging sapi rendah lemak/makanan dengan 90 g/makanan terhadap protein otot pada orang dewasa muda (35 ± 3 tahun) dan orang dewasa yang lebih tua (68 ± 2 tahun) dan menemukan tidak ada manfaat tambahan dari peningkatan konsumsi protein pada kedua kategori usia. Perkiraan ambang batas per makanan setelah mengonsumsi

makanan kaya protein nabati masih belum diketahui, terutama pada orang dewasa yang menua (Farsijani *et al.*, 2017). Pasokan protein diperlukan untuk pengembangan dan pemeliharaan komposisi tubuh. Pola makan yang seimbang menyediakan jumlah protein yang cukup (kebutuhan rata-rata untuk orang dewasa adalah 0.66 g/kg/hari menurut WHO/FAO) yang mengandung jumlah yang cukup dari masing-masing dari sembilan EAA untuk mendukung sintesis protein dan mencapai keseimbangan nitrogen (Pezeshki and Chelikani, 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeny, O. *et al.* (2016) 'Korelasi Pemberian Diet Rendah Protein Terhadap Status Protein, Imunitas, Hemoglobin, dan Nafsu Makan Tikus Wistar Jantan (The Correlation of Low Protein Diet Administration on Status of Protein, Immunity, Hemoglobin, and Appetite of Male Wistar Rats Ratt', *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 3(2), pp. 105–122. doi: 10.21776/ub.ijhn.2016.003.02.6.
- Farsijani, S. *et al.* (2017) 'Even mealtime distribution of protein intake is associated with greater muscle strength, but not with 3-y physical function decline, in free-living older adults: The Quebec longitudinal study on Nutrition as a Determinant of Successful Aging (NuAge study)', *American Journal of Clinical Nutrition*, 106(1), pp. 113–124. doi: 10.3945/ajcn.116.146555.
- Haryani, V. M., Putriana, D. and Hidayati, R. W. (2023) 'Asupan Protein Hewani Berhubungan dengan Stunting pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Minggir', *Amerta Nutrition*, 7(2), pp. 139–146. doi: 10.20473/amnt.v7i2SP.2023.13.
- Irma Eva Yani. Yessi Alza. Sepsina Reski. Niken Pratiwi. Mega Yulia. Wijianto. Anjar Briliannita. Widya Lestari Nurpratama. Rohani Retnauli Simanjuntak. Icha Dian Nurcahyani. Irna Agustiani. (2023) *Dasar - Dasar Ilmu Gizi*. Sumatera Barat: Get Press.
- Khan, A. (2017) 'Health complication caused by protein deficiency', *Journal of Food Science and Nutrition*, 01(01), pp. 2–3. doi: 10.35841/food-science.1000101.
- Lonnie, M. *et al.* (2018) 'Protein for life: Review of optimal protein intake, sustainable dietary sources and the effect on appetite in ageing adults', *Nutrients*, 10(3), pp. 1–18. doi: 10.3390/nu10030360.
- Pezeshki, A. and Chelikani, P. K. (2021) 'Low Protein Diets and Energy Balance: Mechanisms of Action on Energy Intake and Expenditure', *Frontiers in Nutrition*, 8(May), pp. 1–8. doi: 10.3389/fnut.2021.655833.

- Putri, M. P., Dary, D. and Mangalik, G. (2022) 'Asupan Protein, Zat Besi Dan Status Gizi Pada Remaja Putri', *Journal of Nutrition College*, 11(1), pp. 6–17. doi: 10.14710/jnc.v11i1.31645.
- Thalacker-Mercer, A., Riddle, E. and Barre, L. (2020) *Protein and amino acids for skeletal muscle health in aging*. 1st edn, *Advances in Food and Nutrition Research*. 1st edn. Elsevier Inc. doi: 10.1016/bs.afnr.2019.08.002.

BAB 5

VITAMIN DAN MINERAL: ZAT GIZI MIKRO YANG PENTING UNTUK KESEIMBANGAN TUBUH

Oleh Mursyid

5.1 Pendahuluan

Vitamin dan mineral merupakan golongan zat gizi mikro yang sangat penting dalam menjaga kesehatan dan keseimbangan tubuh manusia. Vitamin dan mineral dimasukkan ke dalam golongan zat gizi mikro karena kebutuhan akan vitamin dan mineral harian manusia tergolong relatif kecil bila dibandingkan zat gizi lain seperti protein, karbohidrat, dan lemak. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah yang relatif kecil, tubuh manusia memerlukan vitamin dan mineral setiap hari dalam jumlah yang tepat guna menjaga kesehatan dan keseimbangan tubuh (Almatsier, 2004)

Vitamin dan mineral secara umum memiliki fungsi sebagai zat pengatur dan pemelihara kehidupan. Berbagai reaksi biokimia yang terjadi di dalam tubuh manusia banyak melibatkan vitamin dan mineral. Jika tubuh kekurangan vitamin dan mineral, maka reaksi biokimia yang seharusnya terjadi di dalam tubuh manusia tidak dapat terjadi sehingga dapat menyebabkan terjadinya berbagai gangguan fungsi tubuh.

Vitamin dan mineral tidak dapat digunakan oleh tubuh manusia untuk menghasilkan energi. Akan tetapi vitamin dan mineral banyak terlibat dalam reaksi pemecahan karbohidrat, lemak, dan protein dalam menghasilkan energi. Tanpa bantuan vitamin dan mineral, proses menghasilkan energi tidak dapat terjadi. (Harti dan soebiyanto, 2017).

Vitamin dan mineral berasal dari bahan makanan seperti buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, sereal dan bahan pangan hewani. Hal inilah yang menjadi dasar bagi manusia untuk mengkonsumsi bahan makanan yang beranekaragam agar

pemenuhan harian vitamin dan mineral dapat tercukupi dengan benar (Linder, 2006).

5.2 Vitamin

Vitamin merupakan zat-zat organik yang bersifat essensial bagi tubuh manusia dan dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang relatif kecil. Manusia membutuhkan vitamin dalam jumlah miligram atau mikrogram per hari sehingga vitamin tergolong ke dalam zat gizi mikro. Vitamin tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia, sehingga pemenuhan kebutuhannya harus berasal dari bahan makanan (Paul *et al*, 2022).

Tiap vitamin memiliki fungsi yang spesifik bagi tubuh manusia. Secara umum, vitamin berperan dalam beberapa tahap reaksi metabolisme energi, pertumbuhan, dan pemeliharaan tubuh. Vitamin merupakan prekursor essensial bagi berbagai enzim yang terlibat dalam reaksi biokimia dalam tubuh. Jika vitamin tidak tersedia, maka reaksi metabolisme di dalam tubuh akan terhambat yang akan menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan tubuh manusia (Lehninger, 1982).

Berdasarkan tingkat kelarutannya, vitamin dikelompokkan menjadi 2, yaitu vitamin larut dalam air (thiamin/B1, riboflavin/B2, niacin/B3, asam pantotenat/B5, pyridoxin/B6, biotin/B7, asam folat/B9, kobalamin/B12 dan C) dan vitamin larut dalam lemak (vitamin A, D, E dan K). Vitamin yang larut dalam air akan dengan cepat larut dalam air dan kelebihanannya akan segera dibuang melalui urin sehingga gejala defisiensi sering terjadi dengan cepat, sedangkan vitamin yang larut dalam lemak akan lebih mudah larut dalam pelarut lemak dan kelebihan konsumsi akan disimpan di dalam tubuh sehingga gejala defisiensi berkembang dengan lambat (Axita, *et la*, 2022). Adapun sifat-sifat umum vitamin larut air dan vitamin larut lemak dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1. Sifat-sifat umum vitamin larut air dan vitamin larut lemak.

Sifat	Vitamin larut lemak	Vitamin larut air
Kelarutan	Larut dalam lemak dan pelarut lemak	Larut dalam air
Kelebihan	disimpan dalam tubuh	sangat sedikit disimpan dalam tubuh
ekskresi	Dalam jumlah kecil melalui empedu	Melalui urin
Defisiensi	Berlangsung lambat	Terjadi dengan cepat
Kebutuhan harian	Tidak selalu perlu ada dalam makanan sehari-hari	Harus selalu ada dalam makanan sehari-hari
Prekursor	Ada	Tidak ada
Unsur	Hanya unsur-unsur C, H, dan O	Unsur C, H, O, N, S dan Co
Sistem absorpsi	Melalui sistem limfe	Melalui vena porta
Yang menggunakan	organisme kompleks	Organisme sederhana dan kompleks
Toksikitas	Jumlah relatif rendah (6-10 x KGA)	Dosis tinggi/megadosis (>10 x KGA)

Sumber : Almtsier 2004

Semula pemberian nama vitamin menjadi masalah karena hanya sedikit sifat-sifat kimia yang diketahui. Berhubung masing-masing kelompok vitamin terbagi-bagi atas vitamin, maka setiap vitamin diberi huruf alfabetik, ditentukan atas dasar urutan penemuannya atau dengan huruf pertama sesuatu istilah yang memberi gambaran tentang perannya, misal vitamin K yang berasal dari bahasa Denmark, koagulasi yang berarti pembekuan (darah). Kelompok vitamin B dibagi atas dasar susunan kimia yang berbeda-beda, diberi nama B1, B2, dan seterusnya atau mana-nama kimia. Oleh karena telah diketahuinya sifat-sifat kimia dari vitamin tersebut, maka nama-nama kimia sangat sering disebut menggantikan nama-nama vitamin dengan huruf. Adapun

penamaan vitamin dengan nama kimianya dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Nama umum dan nama kimia vitamin

Nama Kimia	Nama Umum
Akseroftol/Asam Retinoat/Retinol	Vitamin A
Tiamin	Vitamin B1
Riboflavin	Vitamin B2
Niacin	Vitamin B3
Asam pantotenat	Vitamin B5
Piridoksin	Vitamin B6
Biotin	Vitamin B7
Asam folin/asam pteroilglutamat	Vitamin B9
Kobalamin	Vitamin B12
Asam askorbat	Vitamin C
Kalsiferol	Vitamin D
Tokoferol	Vitamin E
Fillokhinon	Vitamin K

Sumber : Axita, *et al* (2022)

Vitamin B1 sampai dengan vitamin B12 biasa disebut dengan vitamin B kompleks karena terdiri dari berbagai vitamin B.

5.2.1 Vitamin A

Vitamin A merupakan jenis vitamin yang larut dalam lemak dan merupakan vitamin pertama kali ditemukan. Secara luas, vitamin A merupakan nama generik yang menyatakan semua retinoid dan perkursor/provitamin A/karetenoid yang mempunyai aktivitas biologis sebagai retinol. Retinol merupakan bentuk alami vitamin A yang jumlahnya paling besar di dalam tubuh manusia. Sedangkan β -karoten merupakan provitamin atau prekursor vitamin A.

Vitamin A merupakan jenis vitamin yang larut dalam lemak sehingga proses asbsorbsi dan transport vitamin A mengikuti absorpsi dan transport lemak seperti ditransport dengan kilomikron dan membutuhkan garam empedu pada proses absorbsinya dan disimpan dalam hati. Tubuh manusia dapat

mengonversi karoten dan kriptoxantin yang berasal dari tumbuhan menjadi retinol (Penggali, *et al*, 2019).

Dalam tubuh manusia, vitamin A berfungsi dalam menjaga kesehatan mata, ekspresi gen, sistem imun, dan pertumbuhan. Mata merupakan bagian tubuh manusia yang akan pertama kali terkena akibatnya apabila kekurangan vitamin A. Hal ini disebabkan karena vitamin A ikut membentuk pigmen di retina. Apabila kadar vitamin A dalam darah rendah, maka akan menyebabkan reaksi penglihatan menjadi lambat dan penyesuaian terhadap gelap menjadi terganggu. Umumnya defisiensi vitamin A akan menyebabkan terbentuknya gumpalan atau larutan selaput lendir bola mata sebelum terjadinya buta senja (Steinemann dan Janine, 2000).

Pada tubuh manusia, vitamin A akan bersifat toksik jika mengonsumsi vitamin A melebihi rekomendasi yang dianjurkan (10 kali RDA). Efek yang ditimbulkan dari toksisitas vitamin A adalah nyeri tulang, persendian, anoreksia, dan kerusakan hati. Selama sumber vitamin A berasal dari bahan makanan, kasus toksisitas vitamin A tidak terjadi. Kasus ini akan terjadi jika mengonsumsi suplemen vitamin A. Sumber bahan makanan yang kaya akan vitamin A adalah bahan nabati yang berwarna kuning, merah, atau hijau gelap yang merupakan pigmen β -karoten. Pigmen β -karoten sendiri merupakan prekursor vitamin A. Selain dari sumber nabati, manusia dapat pula memperoleh vitamin A dari sumber hewani di mana vitamin A yang diperoleh sudah dalam bentuk vitamin A seperti dari hati, kuning telur, susu, mentega, ikan berlemak, dan lain lain (Beck, 2011).

5.2.2 Vitamin D

Vitamin D merupakan vitamin yang larut dalam lemak dan penting untuk membantu proses penyerapan kalsium dan fosfor di usus manusia. Selain itu, vitamin D juga berperan dalam menjaga sistem imun manusia. Pada tubuh manusia, vitamin D dapat disintesis secara endogen di bawah permukaan kulit melalui paparan sinar ultraviolet B. Prekursor vitamin D dalam fraksi sterol terdapat pada jaringan dalam bentuk 7-dehidrokolesterol ketika terpapar sinar ultraviolet akan berubah bentuk menjadi provitamin D2 (ergocalciferol) dan

provitamin D3 (kolekalsiferol). vitamin D3 diubah menjadi 25-hidroksivitamin D (25(OH)D) di hati dan kemudian menjadi 1,25-dihidroksivitamin D (1,25(OH)2D) di ginjal. 1,25(OH)2D adalah bentuk aktif dari vitamin D.

Vitamin D diabsorbsi dalam usus halus bersama lipid dengan bantuan cairan empedu. Vitamin D dari bagian atas usus halus diangkut oleh D-plasma binding protein (DBP) ke tempat penyimpanan di hati, kulit, otak, tulang dan raingan lain. Vitamin D berfungsi membantu pembentukan dan pemeliharaan tulang serta membantu penyerapakan kalsium dan fosfor yang akan digunakan oleh tubuh untuk proses pengerasan tulang (Penggali, *et al*, 2019).

Kekurangan vitamin D dapat menyebabkan kelainan pada tulang yang dinamakan riketsia pada anak-anak dan osteomalasia pada dewasa. Apabila kelebihan mengonsumsi vitamin D (10 kali RDA), akan menyebabkan keracunan. Sumber utama bahan makanan yang mengandung vitamin D adalah berasal dari hewani seperti susu, hati, unggas, ikan, kuning telur, mentega, daging sapi, dan lain-lain (Almatsier, 2004).

5.2.3 Vitamin E (Tokoferol)

Vitamin E (tokoferol) juga merupakan vitamin yang larut dalam lemak. Di dalam tubuh manusia, vitamin E berperan dalam menjaga stabilitas integritas struktur membran dengan memecah rantai reaksi peroksidasi lipid. Vitamin E juga berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mencegah pembentukan radikal bebas, serta dapat meningkatkan sistem imun (Mursyid, 2014).

Proses penyerapan vitamin E terjadi pada bagian usus halus bagian atas dalam bentuk misel. Absorbsi vitamin E dibantu oleh trigliserida rantai sedang dan dapat dihambat oleh asam lemak rantai panjang tidak jenuh ganda. Transportasi dari mukosa usus halus ke dalam sistem limfe dilakukan oleh kilomikron dan dibawa ke hati. Dari hati, alfa-tokoferol diangkut oleh VLDL masuk ke dalam plasma dan ditangkap oleh reseptor sel-sel perifer LDL dan masuk ke membran sel. Tokoferol akan masuk ke bagian-bagian sel dibagian yang banyak memproduksi

radikal bebas, yaitu di mitokondria dan endoplasma (Wu dan Croft, 2007).

Akibat dari defisiensi vitamin D adalah hemolisis eritrosit, sindroma neurologik, serta kanker. Akibat dari mengonsumsi vitamin E secara berlebih dapat menyebabkan gejala keracunan (60-75 kali RDA). Sumber utama vitamin E adalah minyak tumbuh-tumbuhan seperti biji kapas, kacang kedelai, jagung, dan lain-lain. Selain itu terdapat pula pada sereal, kacang-kacangan, daging, telur, susu, dan lain-lain.

5.2.4 Vitamin K

Vitamin K juga merupakan vitamin yang larut dalam lemak yang proses penyerapan di dalam tubuh manusia terjadi di bagian usus halus. Secara biologis, vitamin K berasal dari *phylloquinone* yang terdapat pada makanan, *menaquinone* yang disintesis oleh flora usus, dan *menadinone* merupakan vitamin K sintetik yang hasil sintesisnya dapat dimetabolisme menjadi *phylloquinone*. Vitamin K berfungsi dalam proses pembekuan darah, membantu memfasilitasi perubahan fibrinogen menjadi fibrin yang larut, serta membantu menjaga kesehatan tulang bersama dengan vitamin D (Penggali, *et al*, 2019).

Vitamin K diserap pada bagian usus halus dengan bantuan empedu dan cairan pankreas. Setelah diserap, vitamin K diangkut melalui sistem limfe menuju hati. Dari hati, vitamin K akan diangkut ke dalam plasma menuju sel-sel oleh VLDL. Dalam keadaan normal, sebanyak 30-40% vitamin K yang diserap akan dikeluarkan melalui empedu dan 15% melalui urin sebagai metabolit larut air (Martin dan Shearer 2012)

Akibat dari kekurangan vitamin D sangat jarang terjadi. Hal ini disebabkan vitamin K berasal dari banyak bahan makanan. Selain itu, vitamin K juga dapat disintesis oleh flora usus. Jika terjadi kekurangan vitamin K, maka akan menyebabkan darah tidak dapat menggumpal sehingga apabila ada luka akan terjadi pendarahan. Kelebihan vitamin K terjadi bila mengonsumsi vitamin K sintetik secara berlebihan. Sumber utama vitamin K adalah hati, susu, ayam, daging, sayur berdaun hijau, kacang buncis, kacang polong, dan lain-lain.

5.2.5 Vitamin B Kompleks

Vitamin B kompleks merupakan jenis vitamin yang larut dalam air. Dikatakan sebagai vitamin B kompleks karena terdiri dari 8 jenis vitamin B, yaitu vitamin B1 (tiamin), vitamin B2 (Riboflavin), vitamin B3 (Niasin), vitamin B5 (asam pantotenat), vitamin B6 (Pyridoksin), vitamin B7 (Biotin), vitamin B9 (Asam folat) dan vitamin B12 (Kobalamin). Setiap jenis vitamin memiliki fungsi berbeda yang spesifik antar satu dengan yang lainnya. Secara umum, vitamin B kompleks memiliki fungsi yang berkaitan dengan metabolisme energi, fungsi syaraf, dan fungsi sel darah merah (Penggalih, *et al*, 2019).

Secara khusus, vitamin B1 memiliki fungsi meningkatkan energi terutama yang berhubungan dengan metabolisme asam piruvat. Selain itu, vitamin B1 juga berfungsi untuk pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi sel tubuh. Vitamin B2 berfungsi dalam proses oksidasi dan reduksi pada jaringan tubuh. Vitamin B3 berfungsi dalam membantu produksi enzim pencernaan dan berperan dalam menjaga keseimbangan bakteri baik pada flora usus. Vitamin B5 berfungsi dalam metabolisme karbohidrat dan lemak di dalam tubuh manusia. Vitamin B6 berfungsi dalam produksi neurotransmitter dan mencegah neuropati (atau lebih tepatnya berfungsi dalam sistem syaraf). Vitamin B7 membantu kerja enzim yang terlibat dalam metabolisme karbohidrat dan lemak. Vitamin B9 berperan penting dalam sel darah merah dan mencegah terjadinya defisiensi sel darah merah di dalam tubuh manusia. Serta vitamin B12 berperan dalam produksi sel darah merah, mencegah neuropati, serta menjaga kesehatan otak manusia.

Vitamin B diserap pada bagian usus halus manusia. Mekanisme penyerapan vitamin B melalui transport aktif dan difusi. Setelah diserap di usus halus, vitamin B masuk ke dalam aliran darah dan menuju hati dan jaringan tubuh lainnya. Sebagian besar vitamin B disimpan dalam hati dalam jumlah yang relatif kecil. Hal ini disebabkan karena vitamin B merupakan jenis vitamin yang larut dalam air, sehingga kelebihan vitamin B akan dibuang melalui urin (Almatsier, 2004).

Defisiensi vitamin B pada umumnya akan mempengaruhi fungsi vitamin B tersebut bagi tubuh. Kekurangan vitamin B akan menyebabkan gangguan pada sistem syaraf, sesak nafas, gangguan pada fungsi jantung, gangguan pada pertumbuhan bayi, depresi, diare, anemia, jumlah sel darah merah berkurang, kemandulan, dan lain sebagainya. Gangguan yang disebabkan oleh konsumsi vitamin B sangat jarang terjadi, hal ini karena sifat kelarutan dari vitamin B tersebut. Apabila mengonsumsi vitamin B dalam jumlah besar, maka akan menyebabkan terjadinya gangguan seperti kerusakan syaraf, masalah kesehatan pencernaan seperti diare, mual, dan sembelit, serta akan menyebabkan terjadinya kerusakan hati. Sumber utama vitamin B adalah kacang-kacangan, ikan, sayuran hijau, kerang, hati sapi, susu, buah dan sayur.

5.2.6 Vitamin C (Asam askorbat)

Vitamin C merupakan jenis vitamin yang larut dalam air. Dalam bentuk kering, vitamin C akan cukup stabil, akan tetapi dalam bentuk larut, vitamin C akan mudah mengalami oksidasi terutama bila terkena panas. Vitamin C adalah vitamin yang paling labil. Dalam tubuh manusia, vitamin C memiliki banyak fungsi, seperti koenzim, sebagai antioksidan, pembentukan jaringan ikat, serta pembentukan sel-sel darah merah (Penggali, *et al*, 2019).

Vitamin C diserap oleh tubuh melalui dinding usus halus secara aktif dan masuk ke pembuluh darah melalui vena porta dan dibawa ke seluruh tubuh manusia. Apabila tubuh mengonsumsi vitamin C dalam jumlah besar, maka tubuh akan mengeluarkannya melalui urin dalam bentuk asam oksalat (Almatsier, 2004).

Defisiensi vitamin C dalam tubuh adalah terjadinya skrobat, luka sulit sembuh, serta terjadinya gangguan syaraf. Kelebihan konsumsi vitamin C jarang terjadi, hal ini disebabkan tubuh akan mengeluarkan kelebihan tersebut melalui urin. Akan tetapi konsumsi suplemen berlebih dapat menyebabkan terjadinya hiperoksaluria yang beresiko terbentuknya batu ginjal. Sumber bahan makanan yang kaya akan vitamin C adalah

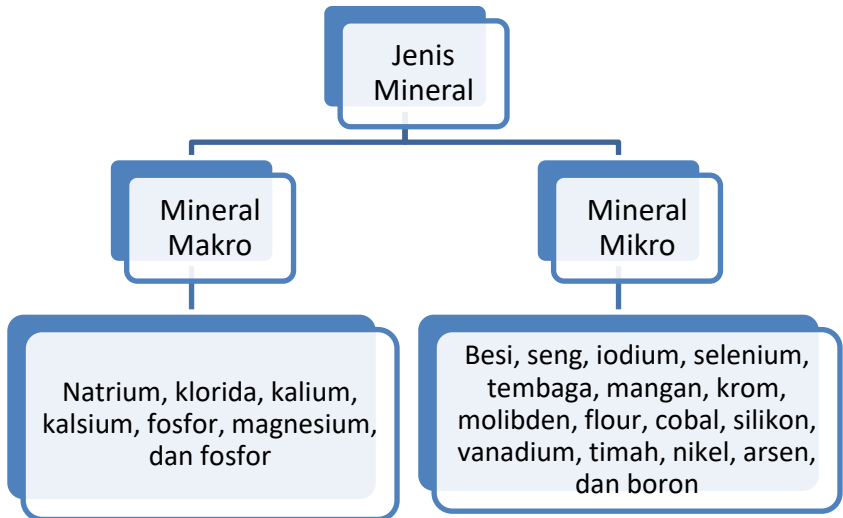
bahan pangan nabati seperti sayur dan buah-buahan terutama yang asam seperti jeruk, nanas, pepaya, tomat, dan lain-lain.

5.3 Mineral

Mineral tergabung ke dalam kelompok zat gizi mikro yang memegang peranan penting bagi kesehatan tubuh manusia. Mineral tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia, sehingga harus dimasukkan melalui makanan. Sama halnya dengan vitamin, mineral juga diperlukan tubuh manusia dalam jumlah yang kecil sehingga dimasukkan ke dalam zat gizi mikro. Pada tubuh manusia, mineral memegang peranan penting dalam pemeliharaan fungsi tubuh, baik pada tingkat sel, jaringan, organ, maupun fungsi tubuh secara keseluruhan. Mineral banyak terlibat dalam berbagai reaksi metabolisme, terutama sebagai kofaktor reaksi enzimatik. Selain itu, mineral juga terlibat dalam fungsi transmisi syaraf dan kontraksi otot (Harti dan Soebiyanto, 2017).

Dalam tubuh manusia, mineral menyumbang sekitar 4-5% berat badan. Separuh dari jumlah tersebut adalah berasal dari mineral kalsium, seperempat lainnya berasal dari fosfor dalam bentuk fosfat. Kalsium dan fosfat merupakan mineral penyusun tulang dan gigi. Kandungan mineral dalam tubuh manusia berbeda-beda antara jaringan yang satu dengan jaringan yang lainnya. Sebagai contoh, tulang dan gigi mengandung mineral kalsium dan fosfat, sementara itu pada darah dan cairan interstisial mengandung natrium dan klorida (Almatsier, 2004).

Berdasarkan jumlah keberadaan mineral di dalam tubuh manusia, mineral dibedakan menjadi mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro merupakan mineral yang terdapat dalam tubuh manusia dalam jumlah yang besar, yaitu sekitar 0,01% dari berat badan total atau sebesar minimal 5 gr pada orang dewasa dengan berat badan 60 kg. Mineral mikro merupakan jenis mineral yang keberadaannya dalam tubuh manusia sekitar <0,01% dari total berat badan. Keberadaan mineral mikro ini sangat kecil, meskipun demikian, tubuh sangat membutuhkan keberadaan mineral ini. Pembagian mineral makro dan mikro dapat dilihat pada Gambar 6.1 berikut ini.



Gambar 5.1. Pengelompokan Jenis Mineral Dalam Tubuh Manusia

Proses penyerapan mineral terjadi di dalam usus halus terutama pada bagian duodenum dan jejunum, serta beberapa mineral lagi akan diserap pada bagian ileum. Mekanisme penyerapan mineral dalam tubuh manusia dapat melalui transport aktif dan difusi. Sebagai contoh, kalsium akan diserap dalam tubuh manusia melalui transport aktif yang bergantung pada ketersediaan vitamin D, serta akan diserap dalam tubuh manusia secara difusi ketika jumlah kalsium dalam usus tinggi. Kalsium diserap dalam usus halus dalam bentuk ion secara optimal pada suasana asam.

Fosfor diserap dalam tubuh pada bagian usus halus. Fosfor dicerna dari bahan makanan oleh enzim alkali fosfatase pada bagian mukosa usus halus, diserap secara aktif, dan difusi pasif. Magnesium diserap melalui transportasi aktif dan difusi pasif di usus halus. Sebagian besar penyerapan terjadi di jejunum dan ileum. Zink diserap di usus halus melalui transportasi aktif, yang bergantung pada protein transportasi spesifik, serta sebagian melalui difusi pasif.

Kemampuan tubuh menyerap mineral dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya (1) adanya senyawa lain dalam

bahan makanan yang dapat mengganggu proses penyerapan mineral. Sebagai contoh, keberadaan senyawa asam fitat dalam biji-bijian dan kacang-kacangan akan mengikat mineral seperti kalsium, zat besi, dan zink. Akibat dari proses pengikatan tersebut akan menyebabkan kemampuan tubuh untuk menyerapnya menjadi berkurang; (2) Keseimbangan mineral di dalam tubuh juga akan mempengaruhi penyerapan mineral lainnya. Sebagai contoh, keberadaan kalsium dalam jumlah yang besar akan mengganggu proses penyerapan zat besi dan zink; (3) Kesehatan usus juga mempengaruhi penyerapan mineral. Gangguan sistem pencernaan seperti terkena penyakit celiac atau inflamasi usus dapat mengurangi penyerapan mineral dalam tubuh dan ; (4) usia dan status gizi seseorang. Penyerapan mineral dalam tubuh manusia akan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya usia. Semakin bertambah tua usia seseorang, kemampuan tubuh untuk melakukan proses pencernaan dan penyerapan mineral semakin menuru. Selain itu status gizi seseorang juga akan mempengaruhi penyerapan mineral dalam tubuh. Sebagai contoh, seseorang yang mengalami kekurangan vitamin D akan menyebabkan terganggunya proses penyerapan kalsium (Lahhob, *et al.* 2023)

Defisiensi mineral dalam tubuh manusia dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Ada beberapa contoh masalah yang timbul akibat kekurangan mineral dalam tubuh, seperti (1) kekurangan mineral kalsium, magnesium dan potasium dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada sistem pencernaan; (2) kekurangan mineral zink dan selenium dapat mengganggu sistem imun yang menyebabkan tubuh rentan terkena penyakit infeksi; (3) kekurangan mineral kalsium dan magnesium dapat menyebabkan terjadinya penurunan fungsi jantung seperti detak jantung yang tidak teratur; (4) kekurangan mineral kalsium dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada tulang yang beresiko menjadi osteoporosis; (5) kekurangan mineral zink, zat besi, dan selenium dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada metabolisme energi.

Ada banyak lagi masalah yang ditimbulkan akibat kekurangan mineral dalam tubuh manusia (Weyh, *et al*, 2022)

Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya defisiensi mineral dalam tubuh adalah dengan menjaga pola konsumsi yang sehat dan seimbang. Konsumsi makanan yang beranekaragam akan mencegah terjadinya defisiensi mineral. Sayuran dan buah-buahan merupakan bahan makan yang kaya akan mineral. Selain dari sumber nabati, sumber hewani juga merupakan bahan makanan yang kaya akan mineral, seperti daging, telur, susu, ikan, dan telur.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier S. 2004. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Axita VP, Prachi PK, Payal GK, Parth MR, Zalak RR, Meenu SS. 2022. A Review On Vitamins: It's Biological Role And Deficiencies In Humans. *A Journal of Gujarat University*, Vol 1(2), ISSN: 2321-1520 E-ISSN: 2583-3537
- Beck ME. 2011. Ilmu Gizi dan Diet. Hubungannya dengan Penyakit-Penyakit untuk Perawat dan Dokter. CV. Andi Offset. Yogyakarta
- Harti AS dan Soebiyanto. 2017. Biokimia Kesehatan untuk Profesi Kesehatan. CV Trans Info Media. Jakarta
- Lahhob QR, Sanaf AS, Mohammed NY, Abbas HJ, Ibrahim ZJ, Najim MK, Malik ZA, Budaiwi ZK, Jabbar ZH dan Kadham MJ. 2023. Mineral and trace elements, dietary sources, biological effects, deficiency, and toxicity: a review. *Eurasian Chem. Commun.* 5 (2023) 536-555. DOI: 10.22034/ecc.2023.381964.1594
- Lehninger AL. (Thenawijajaj MS : Translator). 1982. Dasar-Dasar Biokimia 2. Erlangga. Jakarta
- Linder MC. 2006. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian Secara Klinis. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Martin J. Shearer MJ, Fu X, Booth SL. 2012. Thematic Review Series: Vitamin K. Vitamin K Nutrition, Metabolism, and Requirements: Current Concepts and Future Research.. *American Society for Nutrition*. Adv. Nutr. 3: 182–195, 2012; doi:10.3945/an.111.001800.
- Mursyid. 2014. Kandungan Zat Gizi Dan Nilai Gizi Protein Tepung Tempe Kedelai Lokal Dan Impor Serta Aktivitas Antioksidannya. Tesis. Institut Pertanian Bogor
- Paul, P. Y., Satya, L. K., Satyanath, D., & Muralidharan, S. 2022. Role of vitamins and minerals in immunity: A scoping review. *International Journal of Health Sciences*, 6(S1), <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS1.7267>

- Penggalih MHST, Dewinta, MCN, Pratiwi D, Solichah KM, Niamilah I. 2019. Gizi Olahraga I. Sistem Energi, Antropometri, dan Asupan Makanan Atlet. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Steinemann TL dan Janine S. 2000. Vitamin A Deficiency and the Eye. *International ophthalmology clinics*. DOI: 10.1097/00004397-200010000-00007
- Weyh C, Krüger K, Peeling P, dan Castell L. 2022. Review The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). Nutrients. doi: [10.3390/nu14030644](https://doi.org/10.3390/nu14030644)
- Wu JH dan Croft KD. 2007. Vitamin E metabolism. *Science direct : Molecular Aspects of Medicine* 28 (2007) 437–452

BAB 6

SERAT MAKANAN: PERAN PENTINGNYA DALAM PENCERNAAN DAN KESEHATAN USUS

Oleh Novita Condro

6.1 Pendahuluan

Serat makanan (*Dietary Fiber*) merupakan komponen penting dalam diet manusia. Meskipun tidak dihidrolisis dan diserap di saluran cerna bagian atas saluran pencernaan, serat makanan dapat difermentasi di saluran pencernaan bagian bawah dan memberikan manfaat kesehatan bila dikonsumsi secara teratur (Latulippe et al., 2013). Saat ini, berbagai segmen industri makanan terus berkembang dan memperkenalkan produk baru yang bertujuan untuk memberikan manfaat bagi kesehatan konsumen. Sebagian besar pengembangan produk ini yakni pada komponen serat yang bertujuan untuk mengurangi kepadatan kalori makanan, kadar lipoprotein yang mengandung kolesterol, memperbaiki fungsi pencernaan, indeks glikemik, tekanan darah dan antioksidan yang dapat melindungi sistem tubuh terhadap stress oksidatif. Konsumsi serat yang rendah berkaitan dengan kelebihan berat badan, gangguan metabolic, atau penyakit kronis lainnya. Asupan serat yang rendah telah dikaitkan dengan kelebihan berat badan, obesitas dan gangguan metabolisme (Wolti-Chanes et al., 2020; Yegin et al., 2020). Peran dari pengetahuan gizi dan pola makanan sehat yang dikonsumsi memiliki andil besar dalam peralihan nutrisi manusia. Pada bab ini akan membahas bagaimana peran serat makanan bagi tubuh terutama bagi pencernaan dan kesehatan usus.

6.2 Pengertian

Serat makanan memiliki sejarah yang panjang, istilahnya berasal dari Hipsley (1953) yang menciptakan serat makanan sebagai zat yang tidak dapat dicerna komponen penyusun dinding

sel tanaman dan selanjutnya definisi tersebut telah mengalami beberapa kali revisi. Yang paling konsisten yang sekarang diterima adalah dari Trowell et al. (1985): “Serat makanan terdiri dari sisa-sisa sel tanaman tahan terhadap hidrolisis (pencernaan) oleh pencernaan manusia”, yang komponennya adalah hemiselulosa, selulosa, lignin, oligosakarida, pektin, gum dan lilin (Bingham, 1987).

Asosiasi Ahli Kimia Sereal Amerika (*American Association of Cereal Chemists/ AACC*) pada tahun 2000 mendefinisikan serat makanan sebagai bagian yang dapat dimakan dari tanaman atau karbohidrat analog yang tahan terhadap pencernaan dan penyerapan di usus kecil manusia dengan lengkap atau fermentasi parsial di usus besar. Serat makanan termasuk polisakarida, oligosakarida, lignin dan zat-zat tanaman terkait. Selama tahun 2001, Australia Otoritas Pangan Selandia Baru (*ANZFA*) mendefinisikan serat makanan sebagai fraksi dari bagian tanaman yang dapat dimakan atau ekstrak mereka, atau karbohidrat analog, yang tahan terhadap pencernaan dan penyerapan di usus kecil manusia, biasanya dengan fermentasi lengkap atau parsial di usus besar usus. Istilah ini mencakup polisakarida, oligosakarida dan lignin. Panel tentang definisi serat makanan yang dibentuk oleh *National Academy of Science* selama tahun 2002 mendefinisikan serat makanan yang kompleks meliputi serat makanan yang terdiri dari karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan lignin yang bersifat intrinsik dan utuh dalam tanaman, serat fungsional yang terdiri dari karbohidrat yang terisolasi dan tidak dapat dicerna yang memiliki efek fisiologis yang menguntungkan pada manusia dan total serat sebagai jumlah serat makanan dan serat fungsional (Dhingra et al., 2012).

Namun, definisi- definisi tersebut kemudian diperluas untuk mencakup polisakarida yang tidak dapat dicerna yang berada di dalam sel tanaman , termasuk polisakarida (galaktomanan), eksudat (gum arab) dan mucilages (ispaghula). Ada juga proporsi pati yang signifikan dalam makanan (sekitar 10%) yang tahan terhadap pencernaan (pati resisten) dengan cara terperangkap di dalam biji, struktur seluler tanaman atau memiliki struktur yang tidakmampu diamilase di dalam usus (Englyst & Hudson, 1996;

Gallant et al., 1992). Selain itu, ada karbohidrat yang tidak dapat dicerna yang lebih kecil dalam makanan seperti oligosakarida termasuk dari inulin. Lebih jauh lagi nonkarbohidrat yang tidak dapat dicerna dapat disintesis secara kimiawi atau dimodifikasi dari karbohidrat yang ada termasuk pati (Laurentin & Edwards, 2004). Ada juga molekul non-karbohidrat seperti lignin dan polifenol yang tidak dapat diekstraksi yang sulit dipisahkan dari serat dan yang juga dipengaruhi dan dimetabolisme oleh mikrobiota usus. Komisi Alimentarius CODEX internasional memperdebatkan definisi baru untuk serat makanan selama lebih dari 15 tahun. Hasil akhirnya adalah definisi yang disepakati pada tahun 2009 (Jones, 2014) dan digunakan sebagai definisi dasar Otoritas Keamanan Pangan Eropa (*European Food Safety*) dan UK *Scientific Advisory Committee on Nutrition* tentang karbohidrat dan Kesehatan pada tahun 2015, adalah sebagai berikut:

“Serat Pangan adalah polisakarida non-pati, semua pati resisten, semua non oligosakarida yang tidak dapat dicerna dengan tiga atau lebih monomer dan komponen lain yang tidak dapat dicerna, tetapi secara kuantitatif kecil yang terkait dengan polisakarida serat makanan, khususnya lignin”.

6.3 Klasifikasi Serat

Serat makanan dapat diklasifikasikan menurut sifatnya sifat atau asalnya, sifat koligatif, dan kemampuan fermentasi (Korczak et al., 2017). Sehubungan dengan sifat atau asalnya, serat diklasifikasikan sebagai makanan (intrinsik atau utuh, yang ditemukan dalam makanan) atau fungsional (diekstraksi atau sintetis). Mengenai sifat koligatifnya, struktur bahan kimia serat menentukan dua karakteristik yang terkait dengannya mekanisme kerjanya. Yang pertama adalah kelarutan: serat dapat larut (dengan tingkat kelarutan yang berbeda) atau tidak larut dalam air. Yang kedua adalah pembentuk gelnya kapasitas: dapat membentuk larutan kental atau tidak kental, dengan larutan kental yang diklasifikasikan sebagai memiliki viskositas rendah, viskositas sedang, atau tinggi. Mengenai kemampuan fermentasi, serat bisa tidak dapat difermentasi, dapat difermentasi sebagian (semi-fermentasi), atau dapat difermentasi sepenuhnya. Sifat fisikokimia

dari berbagai jenis serat tidak terbatas. Sifat utamanya adalah kapasitas untuk bereaksi dengan air, memiliki sifat koligatif kelarutan dan pembentukan gel atau peningkatan konsistensi atau viskositas), berfermentasi, dan mengkelat. Semua sifat fisikokimia tersebut sifat-sifat tersebut menopang fungsi serat dalam tubuh. Di antara karakteristik serat larut adalah fakta bahwa serat ini lebih kental dan dapat difermentasi daripada serat yang tidak larut serat, ia mengalami sedikit perubahan, dan memiliki mekanis efek. Akan tetapi, jenis serat yang berbeda memiliki kombinasi yang berbeda dari sifat serat-serat tersebut , dan akibatnya, efek serat terhadap manusia berbeda. Demikian juga, makanan yang sama bisa mengandung jumlah beragam dari jenis dari serat yang berbeda (Abreu Y Abreu et al., 2021).

Tabel 6.1. Jenis-jenis serat, menurut fungsi dan contohnya.

Jenis Serat	Contoh
Serat Pangan	Lignin, selulosa, pektin, gums, β -glucans dan pati modifikasi
Serat Larut	Pektin, gums, β -glucans, <i>wheat dextrin</i> , <i>Psyllium</i> dan inulin
Fermentable fiber	Pektin, guar gum, β -glucans, wheat dextrin, inulin
Viscous fiber	Pektin, β -glucans, gums, <i>Psyllium</i>
Functional fiber	Dekstrin resisten, <i>Psyllium</i> , fruktosaoligosakarida, polidekstrose, isolated gums, pati resisten
Serat tidak larut	Selulosa, lignin, beberapa pektin dan hemiselulosa
Nonfermentable fiber	Selulosa dan lignin
Nonviscous fiber	Polidekstrose dan inulin

Sumber : (Slavin, 2013)

Tabel 6.1 memberikan contoh serat yang dapat dikelompokkan menurut tingkat kelarutan dan fermentabilitasnya menjadi:

1. Rantai pendek, sangat mudah difermentasi, serat mudah larut terdiri dari oligosakarida, seperti fruktooligosakarida (FOS) dan galaktooligosakarida (GOS) yang merangsang produksi bifidobakteri. Serat jenis ini memiliki efek laksatif yang rendah dan tidak mempengaruhi waktu transit usus, walaupun menghasilkan banyak gas.
2. Serat larut berantai panjang, sangat mudah difermentasi, dan mudah larut: merangsang pertumbuhan bakteri secara umum, memiliki efek laksatif yang lemah, tidak mempengaruhi waktu transit usus, dan menghasilkan moderat jumlah gas.
3. Serat yang dapat difermentasi sedang dan larut sebagian: memiliki efek laksatif yang baik, mempercepat transit usus, merangsang pertumbuhan bakteri secara umum, dan menghasilkan gas dalam jumlah sedang.
4. Serat tidak larut yang dapat difermentasi secara perlahan: memiliki efek yang baik efek laksatif, merangsang pertumbuhan bakteri, dan menghasilkan gas dalam jumlah sedang.
5. Serat tidak larut yang tidak dapat difermentasi: memiliki pencakar yang baik efek, mempercepat transit usus, dan hanya merangsang pertumbuhan bakteri tertentu yang menguraikannya, seperti *Xylanibacter* dan *Prevotella*.



Gambar 6.1. Klasifikasi Serat Pangan
(Sumber : Hamad, 2021)

Sumber utama serat berasal dari biji-bijian, sereal, kacang-kacangan, buah-buahan, sayuran, dan kacang-kacangan dan dikategorikan berdasarkan kelarutan, viskositas, dan fermentabilitasnya. Sebagian besar studi klinis hingga saat ini berfokus pada kandungan serat total atau kategori larut (SDF) dan serat makanan tidak larut (IDF) paling baik. Serat yang tidak larut, termasuk selulosa dan lignin mengurangi transit waktu di usus dan meningkatkan curah tinja, meredakan gejala sembelit. Sementara itu, serat larut (Misalnya, pektin, arabinoxylan, β -glukan, fruktooligosakarida, galaktooligosakarida, inulin, dan xiloglukan) menampilkan berbagai efek pada inang dan mereka sebagian atau seluruhnya dapat mengalami fermentasi, terutama di usus besar usus besar oleh mikrobiota usus, menghasilkan produk yang umumnya bermanfaat produk sampingan seperti asam lemak rantai pendek (*Short Chain Fatty Acid/ SCFA*), gas (CO_2 , CH_4 , dan H_2), dan asam laktat (Abdul Rahim et al., 2019; Sun et al., 2019). Asam-asam lemak SCFA utama yang dihasilkan oleh proses fermentasi adalah asetat, propionat, dan butirat yang memainkan peran penting sebagai molekul pemberi sinyal dan substrat energi untuk inang (Abdul Rahim et al., 2019). Fermentabilitas serat makanan terus menarik perhatian karena manfaatnya serat yang dapat difermentasi atau prebiotik telah dikaitkan dengan manusia kesehatan manusia dalam berbagai kondisi. Serat prebiotik seperti galaktooligosakarida dan fruktooligosakarida digunakan oleh mikroorganisme inang yang memberikan manfaat kesehatan melalui proses fermentasi ini. Serat lain juga dapat difermentasi, namun perannya dalam menstimulasi mikroba yang menguntungkan masih harus diidentifikasi, dan serat-serat ini (misal pektin dan beta-glukan ikatan campuran sereal) saat ini dianggap sebagai serat yang dapat difermentasi dianggap sebagai serat yang dapat difermentasi tetapi tidak didefinisikan sebagai prebiotik (Khorasaniha et al., 2023).

6.4 Manfaat Serat makanan bagi tubuh

Sejak tahun 1980-an, serat makanan telah menarik banyak perhatian sebagai bahan makanan yang berharga, yang menunjukkan manfaat kesehatan manusia yang mendalam.

Sejumlah besar bukti telah menunjukkan aspek-aspek sehat dari diet serat yang terkait dengan spektrum penyakit yang luas termasuk kardiovaskular, diabetes, sindrom metabolik, penyakit radang usus, penyakit divertikular, obesitas, dan kanker. Diet dengan kandungan tinggi serat memiliki efek positif pada kesehatan dan pengonsumsiannya telah dikaitkan meningkatkan kesehatan usus. Serat makanan dianggap sebagai pilihan terapi pada berbagai gangguan yang berhubungan dengan saluran pencernaan termasuk iritasi usus (*irritable bowel syndrome/ IBS*), penyakit radang usus (*inflammatory bowel diseases/ IBD*), penyakit divertikular, serta konstipasi (Health & Excellence, 2017; Lamb dkk., 2018; Makharia dkk., 2022; McKenzie dkk., 2016). Serat larut dan tidak larut dapat meningkatkan konsistensi feses dan berat feses (curah). Sebagai contoh, psyllium adalah serat larut dan kental yang tidak dapat difermentasi dan memiliki potensi untuk menahan air, berkontribusi dalam melunakkan tinja yang keras dan meningkatkan berat tinja yang meningkatkan sembelit, selain itu, serat makanan merupakan hal yang penting faktor dalam interaksi diet-mikroba-host, yang paling menonjol dipelajari dalam IBD (H Armstrong et al., 2021).

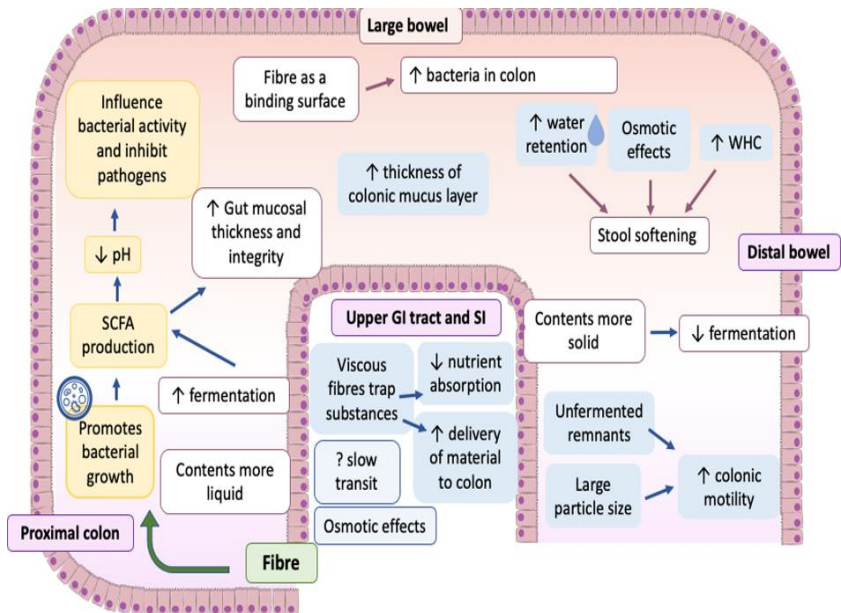
Penelitian secara ekstensif telah mengkaji peran diet dalam IBD menunjukkan korelasi yang kuat, terutama antara konsumsi buah dan sayuran dengan penyakit Crohn (Levine et al., 2020). Selain itu, dampak jangka panjang dari konsumsi serat makanan yang sebagian besar berasal dari sumber buah-buahan, dan juga sayuran secara keseluruhan dan sayuran silangan memiliki pengurangan 40% dalam risiko penyakit Crohn (Ananthakrishnan et al., 2013). Menariknya, dalam penelitian ini, tidak ada hubungan ditemukan antara risiko kolitis ulserativa dan pola makan serat dari biji-bijian, dedak, dan sereal, meskipun sebuah studi terbaru oleh kelompok menyoroti efek variabel β -glukan, β -fruktan, dan lainnya serat pada integritas penghalang epitel dan peradangan (Ananthakrishnan dkk., 2013; Armstrong dkk., 2022).

Manfaat langsung dari asupan serat makanan dapat bergantung atau tidak bergantung pada mikrobiota usus. Penggunaan serat makanan oleh mikrobiota usus melibatkan beberapa faktor, termasuk karakteristik fisiokimia serat. Jenis serat

makanan mempengaruhi mikrobiota usus karena tidak semua spesies bakteri memiliki kapasitas yang sama untuk menghasilkan enzim yang dibutuhkan untuk degradasi. Diet rendah serat dapat mempengaruhi keseimbangan SCFA yang dihasilkan. Serat makanan secara tidak langsung bermanfaat bagi kesehatan kardiometabolik, kesehatan pencernaan, gangguan pencernaan fungsional tertentu, dan berbagai penyakit (Abreu Y Abreu et al., 2021).

6.4.1 Dampak serat terhadap mikrobiota usus, fermentasi dan fungsi usus

Serat makanan penting untuk mikrobiota usus dan fungsi usus dengan beberapa cara yang berbeda. Sebagai bahan bakar utama untuk pertumbuhan bakteri, serat mendorong pertumbuhan populasi bakteri di usus dan merangsang produksi metabolit yang bermanfaat seperti SCFA dan asam fenolik bioaktif. Serat juga merupakan sumber struktur molekul dan menyediakan permukaan yang kokoh bagi bakteri untuk mengikat. Hal ini meningkatkan kemampuan bakteri untuk tetap berada di dalam usus dan mungkin penting dalam produksi biofilm. Serat makanan juga berfungsi sebagai modulator pergerakan usus. Serat kental, dapat memperlambat pencampuran isi usus halus dan mengurangi penyerapan berbagai molekul termasuk glukosa, lemak, polifenol, kalsium dan magnesium, dapat membawa lebih banyak bahan ke dalam usus besar daripada yang terkandung di dalam serat itu sendiri. Serat yang tidak difermentasi dengan baik dapat mempercepat motilitas, yang pada gilirannya dapat mengurangi waktu yang tersedia untuk fermentasi dan penyerapan mikroba produk. Keberadaan serat juga dapat mempengaruhi ketebalan lapisan mukosa usus, efisiensi pencampuran dan kekuatan otot polos lambung (Chen et al., 2019; Schroeder et al., 2018)



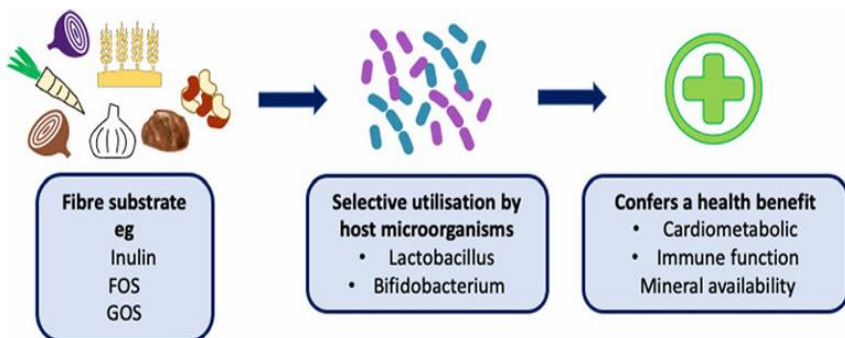
Gambar 6.2. Dampak Serat pada mikrobiota usus dan fungsi usus. GI (gastrointestinal), SI (small intestine/usus halus); SCFA (Short Chain Fatty Acid); WHC (Water holding capacity/ kapasitas menahan air)

Sumber : (Thomson et al., 2021)

Pada Gambar 6.2 terlihat bagaimana dampak serat pada mikrobiota usus dan fungsi usus. Sebagian besar fermentasi terjadi di usus besar proksimal di mana kandungan cairan usus besar lebih tinggi. Mekanisme yang diusulkan di mana SCFA secara menguntungkan mempengaruhi ketebalan dan integritas mukosa usus tersebut adalah dengan mendorong penyembuhan mukosa dan menekan peradangan. Ketika serat dalam makanan kurang, bakteri akan merusak lapisan lendir kolon. Ketika diet kaya serat, proporsi bakteri pengurai lendir menurun, dan ketebalan lapisan lendir kolon terbentuk kembali. Adanya sisa-sisa yang tidak difermentasi dan serat dengan ukuran besar ukuran partikel yang besar, seperti dedak gandum akan merangsang motilitas kolon di seluruh usus besar (Thomson et al., 2021).

Serat secara individu, jika dimakan dalam jumlah yang cukup dapat menentukan untuk jenis bakteri tertentu, terutama dengan

bertindak sebagai sebagai sumber energi bagi bakteri tersebut. Prebiotik pada dasarnya adalah makanan yang tidak dapat dicerna yang dapat memberikan efek kesehatan yang menguntungkan bagi konsumen dengan secara selektif merangsang pertumbuhan dan / atau aktivitas bakteri kolon tertentu, dalam kebanyakan kasus meningkatkan kadar bifidobakteri atau laktobasilus(Gibson et al, 2017) (Gambar 7.3). Namun, dominasi sumber serat tunggal juga dapat mengurangi keanekaragaman bakteri. Molekul lain dimetabolisme oleh bakteri, termasuk polifenol, dan dan asam fenolat juga dapat bertindak untuk meningkatkan atau menghambat spesies bakteri tertentu(Sing et al, 2018; Vanegas et al, 2017). Memiliki keragaman serat dalam makanan akan meningkatkan keanekaragaman yang kaya dan berpotensi lebih banyak populasi bakteri yang stabil.



Gambar 6.3. Selektivitas Serat dan Mikrobiota Usus
Sumber : (Thomson et al., 2021)

Untuk dapat diklasifikasikan sebagai prebiotik, serat harus terbukti secara selektif digunakan oleh mikroorganisme inang yang memberikan manfaat kesehatan. Serat yang paling banyak dipelajari dan diklasifikasikan sebagai prebiotik adalah inulin, frukto-oligosakarida (FOS) dan galakto-oligosakarida (GOS). Sumber alami serat-serat ini termasuk akar sawi putih, gandum, bawang merah, bawang putih, dan kacang-kacangan. GOS juga terdapat secara alami dalam ASI (Thomson et al., 2021).

Keanekaragaman bakteri ini sangat penting dalam menjaga lapisan lendir kolon yang sehat yang dimana memainkan peran penting dalam pertahanan patogen, perlindungan dari sel-sel usus terhadap kerusakan mekanis dan kimiawi dan menjaga homeostasis usus (Feng et al, 2020). Ketika pola makan kurang serat, proporsi bakteri pengurai lendir meningkat sehingga mengurangi ketebalan lapisan mukus yang mengganggu fungsinya. Jika diet kaya serat, kualitas usus mikrobiota meningkat (peningkatan keragaman, stabilitas dan mengurangi bakteri pengurai lendir), dan lapisan lendir lapisan mukus terbentuk kembali.

6.4.2 Rekomendasi serat makanan

Konsumsi serat harian yang direkomendasikan berdasarkan *Dietary Reference Intake* (DRI) adalah antara sekitar 19-38 g yang berbeda berdasarkan usia dan jenis kelamin. Untuk anak-anak berusia antara 1 dan 3 tahun, asupan serat makanan total yang direkomendasikan setiap hari adalah 19g/hari, meningkat menjadi 25 g/hari untuk usia 4-8 tahun. Untuk anak laki-laki berusia 9-13 dan 14-18 tahun asupan yang direkomendasikan meningkat menjadi 31g/hari dan 38g/hari. Namun, rekomendasi untuk perempuan berusia 9-18 tahun adalah 26g/hari (Medicine, 1999). Konsumsi harian yang direkomendasikan pada pria dan Wanita dari 19 hingga 50 tahun masing-masing adalah 38g/hari dan 25g/hari. Sementara untuk pria lebih tua dari 51 tahun, asupan yang disarankan adalah 31g/hari dan untuk wanita dalam perempuan dalam periode usia ini, asupan yang direkomendasikan adalah 21g/hari (Meyers, Hellwig, & Otten, 2006). Sayangnya, konsumsi serat makanan rata-rata adalah jauh lebih sedikit dalam pola makan khas barat yang mencerminkan sekitar 13-20g/hari bahkan pada populasi orang dewasa (Quagliani & Felt-Gunderson, 2017).

Organisasi Kesehatan Dunia merekomendasikan beberapa strategi untuk meningkatkan asupan serat makanan. Yang paling penting di antara semuanya adalah orientasi diet yang ditujukan untuk mengubah perilaku individu dengan asupan serat yang sedikit atau yang memiliki perubahan kesehatan yang membutuhkan asupan yang lebih besar. Konsumsi lebih banyak

sumber serat alami (buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, biji-bijian) juga disarankan, serta penggunaan suplemen serat, ketika jumlah yang direkomendasikan tidak tercapai melalui diet atau jika itu bisa bermanfaat untuk masalah kesehatan tertentu (Makharia G et al, 2018)

DAFTAR PUSTAKA

- Abreu Y Abreu, A. T., Milke-García, M. P., Argüello-Arévalo, G. A., Calderón-de La Barca, A. M., Carmona-Sánchez, R. I., Consuelo-Sánchez, A., Coss-Adame, E., García-Cedillo, M. F., Hernández-Rosiles, V., Icaza-Chávez, M. E., Martínez-Medina, J. N., Morán-Ramos, S., Ochoa-Ortiz, E., Reyes-Apodaca, M., Rivera-Flores, R. L., Zamarripa-Dorsey, F., Zárate-Mondragón, F., & Vázquez-Frias, R. (2021). Dietary fiber and the microbiota: A narrative review by a group of experts from the Asociación Mexicana de Gastroenterología. *Revista de Gastroenterología de México (English Edition)*, 86(3), 287–304. <https://doi.org/10.1016/j.rgmexen.2021.02.002>
- Abdul Rahim, M. B. H., Chilloux, J., Martinez-Gili, L., Neves, A. L., Myridakis, A., Gooderham, N., et al. (2019). Diet-induced metabolic changes of the human gut microbiome: Importance of short-chain fatty acids, methylamines and indoles. *Acta Diabetologica*, 56(5), 493–500. <https://doi.org/10.1007/s00592-019-01312-x>
- Ananthakrishnan, A. N., Khalili, H., Konijeti, G. G., Higuchi, L. M., De Silva, P., Korzenik, J. R., ... Chan, A. T. (2013). A prospective study of long-term intake of dietary fiber and risk of Crohn's disease and ulcerative colitis. *Gastroenterology*, 145 (5), 970–977.
- Armstrong, H. K., Bording-Jorgensen, M., Santer, D. M., Zhang, Z., Valcheva, R., Rieger, A. M., ... Wine, E. (2022). Unfermented β -fructan fibers fuel inflammation in select inflammatory bowel disease patients. *Gastroenterology*. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2022.09.034>
- Armstrong, H., Bording-Jorgensen, M., & Wine, E. (2021). The multifaceted roles of diet, microbes, and metabolites in cancer. *Cancers*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/cancers13040767>
- Bingham, S. (1987). Definitions and intakes of dietary fiber. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 45(5), 1226–1231. <https://doi.org/10.1093/ajcn/45.5.1226>

- Chen, T., Chen, D., Tian, G., Zheng, P., Mao, X., Yu, J., He, J., Huang, Z., Luo, Y., Luo, J., & Yu, B. (2019). Soluble Fiber and Insoluble Fiber Regulate Colonic Microbiota and Barrier Function in a Piglet Model. *BioMed Research International*, 2019, 7809171. <https://doi.org/10.1155/2019/7809171>
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R. T. (2012). Dietary fibre in foods: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 255–266. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>
- Englyst, H. N., & Hudson, G. J. (1996). The classification and measurement of dietary carbohydrates. *Food Chemistry*, 57(1), 15–21. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(96\)00056-8](https://doi.org/10.1016/0308-8146(96)00056-8)
- Feng G, Mikkelsen D, Hoedt EC et al. (2020). In vitro fermentation outcomes of arabinoxylan and galactoxyloglu can depend on fecal inoculum more than substrate chemistry. *Food Funct* 11, 7892–7904.
- Gallant, D. J., Bouchet, B., Buléon, A., & Pérez, S. (1992). Physical characteristics of starch granules and susceptibility to enzymatic degradation. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46 Suppl 2, S3-16.
- Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME et al. (2017). Expert consensus document: the International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 14, 491–502.
- Hamad, A. M. A. (2021). Evaluation of Dietary Fiber and the Effect on Physicochemical Properties of Foods. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 421–433. <https://doi.org/10.32628/IJSRST218385>
- Health, N. I.f., & Excellence, C. (2017). *Irritable bowel syndrome in adults: Diagnosis and management*. National Institute for Health and Care Excellence ((NICE)).
- Jones, J. M. (2014). CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the ‘fiber gap.’ *Nutrition Journal*, 13, 34. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-34>

- Khorasaniha, R., Olof, H., Voisin, A., Armstrong, K., Wine, E., Vasanthan, T., & Armstrong, H. (2023). Diversity of fibers in common foods: Key to advancing dietary research. *Food Hydrocolloids*, 139, 108495. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108495>
- Korczak, R., Kamil, A., Fleige, L., Donovan, S. M., & Slavin, J. L. (2017). Dietary fiber and digestive health in children. *Nutrition Reviews*, 75(4), 241–259. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw068>
- Lam, K.-L., Keung, H.-Y., Ko, K.-C., Kwan, H.-S., & Cheung, P. C.-K. (2018). In vitro fermentation of beta-glucans and other selected carbohydrates by infant fecal inoculum: An evaluation of their potential as prebiotics in infant formula. *Bioactive carbohydrates and dietary fibre*, 14, 20–24.
- Lamb, C. A., Kennedy, N. A., Raine, T., Hendy, P. A., Smith, P. J., Limdi, J. K., ... Selinger, C. (2019). British Society of Gastroenterology consensus guidelines on the management of inflammatory bowel disease in adults. *Gut*, 68(Suppl 3), s1–s106.
- Latulippe, MarieE., Meheust, A., Augustin, L., Benton, D., Berčlk, P., Birkett, A., Eldridge, AlisonL., Faintuch, J., Hoffmann, C., Miller Jones, J., Kendall, C., Lajolo, F., Perdigon, G., Antonio Prieto, P., Rastall, RobertA., Sievenpiper, JohnL., Slavin, J., & Wenzel De Menezes, E. (2013). ILSI Brazil International Workshop on Functional Foods: A narrative review of the scientific evidence in the area of carbohydrates, microbiome, and health. *Food & Nutrition Research*, 57(1), 19214. <https://doi.org/10.3402/fnr.v57i0.19214>
- Laurentin, A., & Edwards, C. A. (2004). Differential fermentation of glucose-based carbohydrates in vitro by human faecal bacteria. *European Journal of Nutrition*, 43(3), 183–189. <https://doi.org/10.1007/s00394-004-0457-3>
- Levine, A., Rhodes, J. M., Lindsay, J. O., Abreu, M. T., Kamm, M. A., Gibson, P. R., ... Lewis, J. D. (2020). Dietary guidance from the international organization for the study of inflammatory bowel diseases. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 18(6), 1381–1392. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2020.01.046>

- Makharia G, Gibson P, Bai J, et al. Diet and the Gut. World Gastroenterology Organization Global Guidelines. 2018. Available from: [diet-and-the-gut-english-2018.pdf](#) (worldgastroenterology.org)
- McKenzie, Y., Bowyer, R., Leach, H., Gulia, P., Horobin, J., O'Sullivan, N., ... Williams, M. (2016). British Dietetic Association systematic review and evidence-based practice guidelines for the dietary management of irritable bowel syndrome in adults (2016 update). *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 29(5), 549–575.
- Medicine, I. o (1999). *Food and nutrition board. Dietary reference intakes*. National Academic Press Washington DC.
- Meyers, L. D., Hellwig, J. P., & Otten, J. J. (2006). *Dietary reference intakes: The essential guide to nutrient requirements*. National Academies Press.
- Quagliani, D., & Felt-Gunderson, P. (2017). Closing America's fiber intake gap: Communication strategies from a food and fiber summit. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 11(1), 80–85. <https://doi.org/10.1177/1559827615588079>
- Scientific Advisory Committee on Nutrition. (2015). *Carbohydrates and Health*. London: TSO.
- Schroeder, B. O., Birchenough, G. M. H., Ståhlman, M., Arike, L., Johansson, M. E. V., Hansson, G. C., & Bäckhed, F. (2018). Bifidobacteria or fiber protect against diet-induced microbiota-mediated colonic mucus deterioration. *Cell Host & Microbe*, 23(1), 27-40.e7. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2017.11.004>
- Singh DP, Singh S, Bijalwan V et al. (2018) Co-supplementation of isomalto-oligosaccharides potentiates metabolic health benefits of polyphenol-rich cranberry extract in high fat diet-fed mice via enhanced gut butyrate production. *Eur J Nutr* 57, 2897–2911.
- Slavin, J. (2013). Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients*, 5(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/nu5041417>
- Sun, N. X., Tong, L. T., Liang, T. T., Wang, L. L., Liu, L. Y., Zhou, X. R., et al. (2019). Effect of oat and tartary buckwheat - based food

- on cholesterol - lowering and gut microbiota in hypercholesterolemic hamsters. *Journal of Oleo Science*, 68(3),
- Thomson, C., Garcia, A. L., & Edwards, C. A. (2021). Interactions between dietary fibre and the gut microbiota. *Proceedings of the Nutrition Society*, 80(4), 398–408. <https://doi.org/10.1017/S0029665121002834>
- Vanegas SM, Meydani M, Barnett JB et al. (2017). Substituting whole grains for refined grains in a 6-wk randomized trial has a modest effect on gut microbiota and immune and inflammatory markers of healthy adults. *Am J Clin Nutr* 105, 635–650.
- Welti-Chanes, J., Serna-Saldívar, S. O., Campanella, O., & Tejada-Ortigoza, V. (Eds.). (2020). *Science and Technology of Fibers in Food Systems*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38654-2>
- Yegin, S., Kopec, A., Kitts, D. D., & Zawistowski, J. (2020). Dietary fiber: A functional food ingredient with physiological benefits. In *Dietary Sugar, Salt and Fat in Human Health* (pp. 531–555). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816918-6.00024-X>

BAB 7

ANTIOKSIDAN

Oleh Afrinia Ekasari

7.1 Pendahuluan

Antioksidan adalah zat yang dapat mencegah atau memperlambat kerusakan sel yang disebabkan oleh radikal bebas. Antioksidan dapat ditemukan secara alami didalam sayur, buah, kacang – kacangan, rempah dan teh. Sementara untuk zat antioksidan sintetis merupakan zat aditif (tambahan) pada makanan dan minuman untuk mencegah terjadinya oksidasi. Contoh antioksidan sintetis diantaranya: Butil Hidroksi Anisol (BHA), Butil Hidroksi Toluen (BHT), Propil Galat (PG) dan Tert-Butil Hidrosi Quinon (TBHQ) (Rahaman, M.M, 2023). Tingkat konsumsi masyarakat terhadap bahan makanan dan minuman yang mengandung antioksidan alami semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya penyakit tidak menular (PTM) seperti penyakit jantung, kanker dan lain-lain.

Antioksidan sangat berperan dalam: mencegah radikal bebas, mencegah kerusakan DNA, mengurangi risiko penyakit kronis, meningkatkan fungsi kekebalan tubuh, meningkatkan kesehatan kulit, mencegah peradangan dan mencegah penyakit neurodegeneratif. Kebutuhan akan antioksidan pada setiap orang berbeda – beda tergantung pada usia, jenis kelamin, tingkat stress, paparan lingkungan, lingkungan yang berpolusi menyebabkan resiko munculnya radikal bebas lebih besar apabila dibandingkan dengan lingkungan yang bersih (tidak berpolusi) .

Gaya hidup juga berpengaruh pada paparan radikal bebas terhadap tubuh. Gaya *sedentary life*, kurangnya aktivitas fisik, konsumsi makanan tinggi lemak rendah serat, merokok dapat meningkatkan jumlah radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh. (Rahmadi, Anton dan Bohari. (eds). 2018)

7.2 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan molekul atau atom yang memiliki satu atau lebih electron tidak berpasangan pada orbit luarnya. Elektron tidak berpasangan ini membuat radikal bebas sangat reaktif dan cenderung berinteraksi dengan molekul lain untuk mencari kestabilan dengan menangkap atau melepaskan electron. Akibatnya radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan sel, protein, lipid, dan DNA dalam tubuh (Jones, T. A., et al. 2023).

7.2.1 Sumber Radikal Bebas

Radikal bebas dapat berasal dari berbagai sumber , baik internal (dari dalam tubuh) maupun eksternal (dari lingkungan), sumber radikal bebas diantaranya:

1. Proses metabolisme normal
Selama proses metabolisme respirasi sel, tubuh menghasilkan radikal bebas sebagai produk sampingan, misalnya radikal bebas superoksida dihasilkan selama transfer elektron di mitokondria.
2. Paparan Lingkungan
Paparan terhadap polusi udara, radiasi ultraviolet (UV), asap rokok, bahan kimia beracun dan pestisida dapat meningkatkan produksi radikal bebas dalam tubuh.
3. Peradangan
Selama respon inflamasi, sel -sel kekebalan tubuh menghasilkan radikal bebas untuk melawan infeksi dan mikroorganisme patogen.
4. Olah raga terlalu sering
Aktifitas olahraga yang terlalu sering dapat meningkatkan produksi radikal bebas karena peningkatan konsumsi oksigen oleh otot (Chen, X., et al., 2022).

7.2.2 Jenis Radikal Bebas

Jenis radikal bebas dalam tubuh antara lain:

1. Radikal Hidroksil (OH)
Merupakan salah satu radikal bebas yang paling reaktif dan dapat menyebabkan kerusakan pada biomolekul.

2. Superoksida (O_2^-)
Dihasilkan selama respirasi seluler dan bisa diubah menjadi radikal hidroksil atau hidrogen peroksida.
3. Nitrogen Oksida (NO)
Berperan dalam proses fisiologis normal tetapi bisa menjadi berbahaya dalam konsentrasi tinggi.
4. Radikal Alkoksil (RO) dan Radikal Peroksil (ROO)
Dihasilkan selama oksidasi lipid dan dapat menyebabkan kerusakan pada membran sel. (Smith, D. M., et al. 2022)

7.2.3 Dampak Radikal Bebas

Ketika radikal bebas berinteraksi dengan molekul lain dalam tubuh, maka akan dapat menyebabkan stres oksidatif yaitu kondisi dimana terjadi ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan kemampuan tubuh untuk menetralkannya dengan antioksidan. Stres oksidatif dapat menyebabkan dampak negatif seperti :

1. Kerusakan DNA : Dapat menyebabkan mutasi genetik
2. Oksidasi lipid : Merusak membran sel dan lipoprotein
3. Kerusakan protein : Mengganggu fungsi protein dan enzim.

7.3 Golongan Antioksidan

Antioksidan terdiri atas dua macam yaitu antioksidan internal dan eksternal. Antioksidan internal adalah antioksidan yang diproduksi oleh tubuh, sementara antioksidan eksternal dapat diperoleh dari makanan dan suplemen.

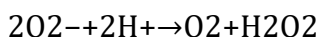
Antioksidan internal dikelompokkan menjadi antioksidan enzimatis dan non enzimatis. Contoh dari antioksidan enzimatis adalah enzim superoksida dismutase, katalase dan glutathion peroksidase. Kemudian untuk antioksidan non enzimatis dibagi menjadi antioksidan larut air yang terdiri dari asam askorbat, protein dan pengikat logam dan antioksidan larut lemak yang terdiri dari tokoferol, karotenoid, flavonoid, quinon, dan bilirubin.

Berdasarkan mekanisme kerjanya terdiri dari:

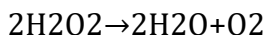
1. Antioksidan Primer
2. Antioksidan Sekunder
3. Antioksidan tersier

Antioksidan primer berfungsi untuk mencegah radikal bebas dengan cara memutus rantai yang bisa bereaksi dengan radikal bebas, sehingga menjadi stabil. Contoh dari antioksidan primer adalah:

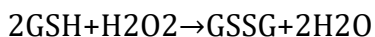
1. Superoxide Dismutase (SOD) dalam bentuk enzim yang mengkatalisis dismutasi radikal superoksida menjadi oksigen dan hidrogen peroksida.



2. Katalase yang merupakan enzim yang menguraikan hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen. Hidrogen peroksida adalah senyawa reaktif yang dapat menimbulkan kerusakan oksidatif jika tidak diuraikan.



3. Glutathione Peroxidase adalah enzim yang mengurangi peroksida organik dan hidrogen peroksida menggunakan glutathione sebagai donor.



4. Thioredoxin Reductase adalah enzim yang berperan dalam mengurangi peroksida dan memperbaiki protein yang teroksidasi.

Sementara antioksidan sekunder bertindak untuk mencegah terjadinya reaksi berantai dengan cara mengkelat logam bertindak sebagai pro oksidan. Sedangkan antioksidan tersier berfungsi untuk memperbaiki kerusakan biomolekul yang disebabkan oleh radikal bebas (Wang, Y., et al. 2023).

7.4 Cara Kerja Antioksidan

Antioksidan bekerja dengan menetralkan radikal bebas dan melindungi tubuh dari stres oksidatif, berikut mekanisme kerja antioksidan:

1. Donor elektron
Antioksidan menetralkan radikal bebas dengan mendonorkan elektron sehingga menghentikan reaksi berantai yang dapat menyebabkan kerusakan sel.
2. Memutus Rantai Reaksi Oksidasi
Antioksidan dapat memutus rantai dengan menangkap radikal bebas dan mengubahnya menjadi molekul stabil.
3. Chelating Metal
Logam seperti besi dan tembaga dapat berperan dalam menghasilkan antioksidan. Antioksidan dapat mengikat (*chelat*) logam tersebut sehingga dapat mengurangi kemampuan mereka dalam membentuk radikal bebas
4. Mengaktifkan Enzim Antioksidan
Antioksidan dapat mengaktifkan aktivitas enzim antioksidan seperti : superoksida dismutase, katalase dan glutathione peroksidase yang mengubah radikal bebas menjadi molekul yang kurang reaktif.
5. Perbaikan Kerusakan DNA dan Sel
Antioksidan bukan hanya dapat mencegah kerusakan tetapi juga untuk membantu memperbaiki kerusakan jaringan yang telah terjadi (Jones, T. A., et al. 2023).

7.5 Makanan Sumber Antioksidan

Sumber antioksidan bisa berasal dari makanan atau minuman yang kita konsumsi. Kandungan jenis antioksidan setiap makanan berbeda – beda. Berikut dibawah ini tabel daftar makanan beserta kandungan antioksidannya.

Tabel 7.1. Jenis antioksidan pada bahan makanan

No	Bahan Makanan	Kandungan antioksidan
1	Berries	Vitamin C, antosianin, flavonoid
2	Anggur	Resveratrol
3	Jeruk	Vitamin C, Flavonoid
4	Kiwi	Vitamin C, Vitamin E, polifenol
5	Delima	Polifenol, antosianin
6	Bayam, Kale, Brokoli	Vitamin C, vitamin E, Beta karoten

No	Bahan Makanan	Kandungan antioksidan
7	Tomat	Likopen, Vitamin C, Vitamin A
8	Paprika	Vitamin C, karotenoid
9	Ubi Jalar	Beta karoten, vitamin C
10	Wortel	Beta karoten, vitamin A
11	Kacang almond	Vitamin E
12	Kenari	Polifenol, Omega 3
13	Kacang Brasil	Selenium
14	Biji Chia	Omega 3, polifenol
15	Biji labu	Zinc, vitamin E
16	Minyak zaitun	Polifenol, vitamin E
17	Minyak kelapa	Polifenol
18	Teh hijau	Katekin, polifenol
19	Teh hitam	Flavonoid
20	Kopi	Polifenol, asam klorogenat
21	Kunyit	Kurkumin
22	Jahe	Gingerol
23	Bawang putih	allicin
24	Kayu Manis	Polifenol
25	Oregano	Polifenol, flavonoid
26	Cokelat hitam	Flavonoid, polifenol
27	Quinoa	Vitamin E, polifenol
28	Oat	Avenanthramide, polifenol
29	Beras merah	Antosianin, vitamin E

Sumber: Kumar, A., et al. 2022.

7.6 Manfaat Antioksidan Bagi Kesehatan

Antioksidan memiliki manfaat dalam bidang kesehatan, terutama dalam pencegahan munculnya stres oksidatif. Stres oksidatif sendiri muncul akibat ketidakseimbangan antara jumlah radikal bebas dengan antioksidan.

Stres oksidatif dapat berasal dari konsumsi makanan tidak sehat, paparan polutan ,ultraviolet, logam berat dan stres pikiran. Stres oksidatif memiliki peran dalam berkembangnya penyakit tidak menular (PTM) seperti kanker, diabetes, gangguan metabolik

dan penyakit jantung koroner (Nguyen, T. H., et al, 2023). Manfaat antioksidan bagi kesehatan diantaranya:

1. Mencegah Penyakit Jantung
Antioksidan membantu melindungi pembuluh darah, mengurangi peradangan, dan mencegah oksidasi kolesterol LDL (Low Density Lipoprotein).
2. Mengurangi Resiko Kanker
Antioksidan mampu menetralkan radikal bebas yang dapat menyebabkan mutasi gen dan DNA.
3. Menjaga Kesehatan Mata
Antioksidan seperti lutein dan zeaxanthin dapat ditemukan dalam sayuran berdaun hijau yang dapat membantu melindungi mata dari kerusakan akibat sinar biru dan radiasi UV, serta mengurangi risiko degenerasi makula, terkait usia dan katarak
4. Menjaga Kesehatan Kulit
Antioksidan seperti vitamin C dan Vitamin E melindungi kulit dari kerusakan akibat sinar UV dan polusi, memperlambat proses penuaan kulit, serta meningkatkan produksi kolagen yang penting untuk elastisitas kulit.
5. Mengurangi Peradangan
Antioksidan memiliki sifat antiinflamasi yang dapat mencegah peradangan tubuh yang dikaitkan dengan arthritis, penyakit jantung dan diabetes.
6. Meningkatkan Kesehatan Otak
Antioksidan seperti vitamin E dan flavanoid melindungi sel – sel otak dari kerusakan oksidatif yang dapat mengurangi risiko penyakit neurodegeneratif seperti Alzheimer dan Parkinson.
7. Mendukung Kesehatan Pencernaan
Antioksidan seperti polifenol memiliki efek positif pada mikrobiota usus.
8. Mengurangi Risiko Diabetes
Antioksidan membantu mengurangi stres oksidatif yang berkontribusi pada resistensi insulin, serta meningkatkan sensitivitas insulin (Zhang,L,et al.2022)

7.7 Kandungan Antioksidan Pada Rempah

Rempah-rempah dikenal memiliki kandungan antioksidan yang tinggi, yang berperan penting dalam melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas. Berikut adalah beberapa penjelasan tentang kandungan antioksidan dalam berbagai rempah-rempah:

1. **Kayu Manis (*Cinnamomum verum*):**Kayu manis mengandung senyawa aktif seperti cinnamaldehyde, eugenol, dan tanin yang memiliki aktivitas antioksidan kuat. Penelitian oleh Mathew dan Abraham (2006) menunjukkan bahwa ekstrak daun kayu manis memiliki kapasitas antioksidan yang tinggi dalam berbagai metode pengukuran.
2. **Kunyit (*Curcuma longa*):**Kunyit mengandung curcumin, senyawa polifenol yang memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Curcumin dapat menghambat pembentukan radikal bebas dan merangsang aktivitas enzim antioksidan dalam tubuh.
3. **Jahe (*Zingiber officinale*):**Jahe mengandung gingerol, shogaol, dan zingerone yang berfungsi sebagai antioksidan. Senyawa-senyawa ini membantu mengurangi peradangan dan melawan kerusakan oksidatif dalam sel-sel tubuh.
4. **Bawang Putih (*Allium sativum*):**Bawang putih mengandung senyawa sulfur, seperti allicin, yang memiliki sifat antioksidan. Allicin dapat membantu mengurangi stres oksidatif dengan menetralkan radikal bebas dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan.
5. **Cengkeh (*Syzygium aromaticum*):**Cengkeh kaya akan eugenol, yang merupakan antioksidan kuat. Eugenol dapat membantu melindungi sel dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas dan memiliki sifat anti-inflamasi.
6. **Lada Hitam (*Piper nigrum*):**Lada hitam mengandung piperine, yang memiliki aktivitas antioksidan. Piperine dapat membantu mengurangi peradangan dan melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif.

7.8 Faktor Kerusakan Antioksidan Pada Makanan

Antioksidan pada bahan makanan memiliki resiko berkurang atau rusak, diakibatkan oleh berbagai faktor, diantaranya:

1. Paparan Oksigen
2. Cahaya
3. Suhu Tinggi
4. Proses pengolahan
5. pH (tingkat keasaman)
6. Enzim
7. Kontaminasi logam
8. Waktu penyimpanan
9. Kondisi penyimpanan.

Cara mencegah kerusakan antioksidan dapat dilakukan beberapa langkah diantaranya:

1. Penyimpanan yang tepat
2. Minimalisasi pengolahan
3. Konsumsi makanan segar
4. Penggunaan kemasan yang dapat melindungi dari panas, udara dan cahaya.

Pencegahan kerusakan antioksidan harus dilakukan agar kita mendapatkan manfaat dari antioksidan tersebut. Kerusakan antioksidan dapat menyebabkan:

1. Penurunan manfaat kesehatan,
2. Pembentukan produk degradasi berbahaya dan juga produk degradasi yang dapat menyebabkan perubahan rasa dan aroma.
3. Penurunan kualitas makanan secara organoleptik.
4. Peningkatan resiko penyakit kronis, dan penyakit neurodegeneratif (Gul, K., et al, 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, X., et al. 2022. Role of antioxidants in health and diseases: The synergistic effect of various phytochemicals and biological molecules. *Antioxidants*, 11(3), 568.
- Gul, K., et al. 2021. Impact of processing on antioxidant potential of foods. *Current Opinion in Food Science*, 41, 49-56.
- Jones, T. A., et al. 2023. Mechanisms of antioxidant action: A review of in vitro and in vivo studies. *Journal of Biological Chemistry*, 298(3), 101567.
- Kumar, A., et al. 2022. Antioxidant activity of natural compounds: an overview. *Molecules*, 27(2), 342.
- Nguyen, T. H., et al. 2023. Recent advances in the understanding of the role of natural antioxidants in health and disease. *Antioxidants*, 12(4), 890.
- Rahaman, M. M., Hossain, R., Herrera-Bravo, J., Islam, M. T., Atolani, O., Adeyemi, O. S., Owolodun, O. A., Kambizi, L., Daştan, S. D., Calina, D., & Sharifi-Rad, J. 2023. Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. *Food science & nutrition*, 11(4), 1657–1670. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3217>.
- Rahmadi, Anton dan Bohari. (eds). 2018. Pangan Fungsional Berkhasiat Antioksidan. Mulawarman University Press. Samarinda
- Smith, D. M., et al. 2022. Dietary antioxidants and health outcomes: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(11), 3073-3095.
- Wang, Y., et al. 2023. Understanding the molecular mechanisms of antioxidant action in cells: From ROS scavenging to gene regulation. *Free Radical Biology and Medicine*, 181, 103-120.

BAB 8

PENYAKIT KEKURANGAN GIZI: DAMPAK KURANGNYA ZAT GIZI PADA KESEHATAN TUBUH

Oleh Rizka Fikrinnisa

8.1 Pendahuluan

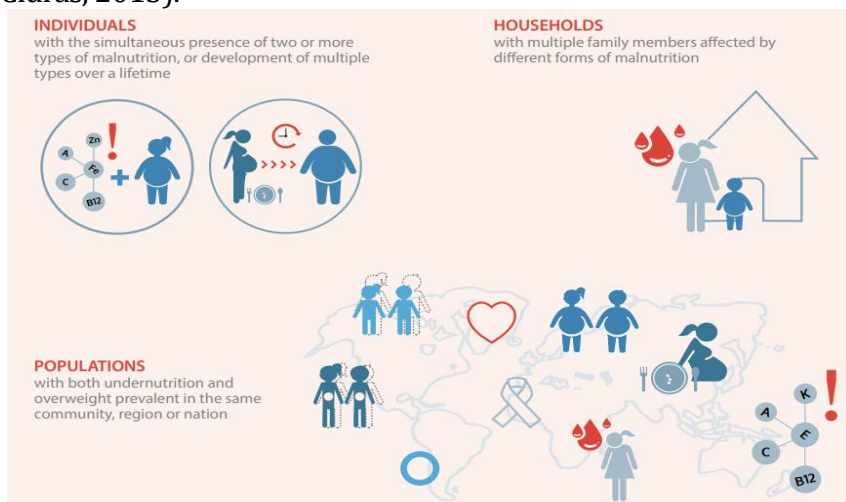
Pada tanggal 1 April 2016, Majelis Umum Perserikatan Bangsa-Bangsa mengadopsi sebuah resolusi yang mengumumkan Dekade Aksi Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang gizi dari tahun 2016 hingga 2025. Aksi ini bertujuan untuk memicu tindakan yang lebih intensif untuk mengakhiri kelaparan dan memberantas segala bentuk kekurangan gizi di seluruh dunia, dan memastikan akses universal terhadap pola makan yang lebih sehat dan berkelanjutan untuk semua orang, siapa pun mereka dan di mana pun mereka tinggal. Ringkasan kebijakan ini menjelaskan beban ganda kekurangan gizi yang kini dihadapi banyak negara di seluruh dunia yang ditandai dengan adanya kekurangan gizi bersamaan dengan kelebihan berat badan, obesitas, atau penyakit tidak menular terkait pola makan (PTM) (World Health Organization, 2017).

Tujuan dari ringkasan kebijakan ini adalah untuk meningkatkan perhatian dan tindakan terhadap intervensi dan kebijakan yang hemat biaya untuk mengatasi beban ganda kekurangan gizi serta untuk berkontribusi dalam mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan untuk mengakhiri segala bentuk kekurangan gizi (SDG-2) dan memastikan kehidupan yang sehat dan kesejahteraan bagi semua orang di segala usia (SDG-3). Memerangi kekurangan gizi dalam segala bentuknya merupakan salah satu tantangan kesehatan global terbesar. Dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi dan pendapatan, urbanisasi dan globalisasi, pergeseran signifikan dalam kualitas dan kuantitas pola makan manusia dan epidemiologi terkait gizi telah terjadi dalam beberapa dekade terakhir. Gizi dan transisi epidemiologi dan demografi

terkait pernah diterima sebagai proses yang hampir linier dan bertahap. Sebaliknya, negara-negara sekarang mengalami paradigma gizi yang berkembang cepat dan lebih kompleks (Food and Agriculture Organization, 2015).

Saat ini, hampir satu dari tiga orang di seluruh dunia menderita setidaknya satu bentuk kekurangan gizi: kurus, terhambat pertumbuhannya, kekurangan vitamin dan mineral, kelebihan berat badan atau obesitas, dan PTM terkait pola makan. Pada tahun 2014, sekitar 462 juta orang dewasa di seluruh dunia kekurangan berat badan, sementara 1,9 miliar kelebihan berat badan atau obesitas. Pada tahun 2016, diperkirakan 41 juta anak di bawah usia 5 tahun mengalami kelebihan berat badan atau obesitas, sementara 155 juta mengalami kekurangan gizi kronis (NCD Risk Factor Collaboration, 2016).

Faktor-faktor yang berhubungan dengan gizi berkontribusi terhadap sekitar 45% kematian pada anak-anak di bawah usia 5 tahun (terutama karena kekurangan gizi), sementara negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah kini mengalami peningkatan yang bersamaan dalam kelebihan berat badan dan obesitas pada anak-anak. Dampak perkembangan, ekonomi, sosial, dan medis dari beban kekurangan gizi global ini serius dan berkelanjutan, bagi individu dan keluarga mereka, bagi masyarakat, dan bagi negara (Cidrás, 2015).



Gambar 8.1. Beban Ganda Malnutrisi pada 3 Tingkatan

Beban ganda malnutrisi dapat terwujud pada tiga tingkatan, dan dalam dua dimensi temporal (lihat Gambar 8.1). Pertama, hal itu terjadi pada tingkat individu melalui perkembangan simultan dari dua atau lebih jenis malnutrisi – misalnya obesitas dengan anemia gizi atau kekurangan atau insufisiensi vitamin atau mineral. Hal itu juga dapat terjadi sepanjang perjalanan hidup dan terpisah secara temporal, karena lingkungan gizi yang kontras akibat pergeseran keadaan ekonomi atau keadaan lainnya, misalnya kelebihan berat badan pada orang dewasa yang sebelumnya terhambat akibat kekurangan gizi kronis selama masa kanak-kanak (World Health Organization, 2017).

Kedua, beban ganda ini dapat terjadi pada tingkat rumah tangga. Contohnya termasuk anemia gizi pada seorang ibu, dengan anak atau kakek-nenek yang kelebihan berat badan atau menderita diabetes (tipe 2). Rumah tangga dengan beban ganda lebih umum terjadi di negara-negara berpenghasilan menengah yang sedang mengalami transisi gizi yang cepat (Tzioumis and Adair, 2014). Akhirnya, beban ini juga terlihat pada tingkat populasi, baik kekurangan gizi maupun kelebihan berat badan, obesitas, atau PTM yang umum terjadi di komunitas, wilayah, atau negara yang sama. Kekurangan gizi dan kelebihan berat badan, obesitas, atau PTM kini hidup berdampingan di banyak negara, dengan perempuan yang terkena dampak secara tidak proporsional pada tingkat populasi (Tanumihardjo *et al.*, 2007). Beban ganda malnutrisi menjadi titik fokus untuk intervensi terpadu pada semua bentuk malnutrisi. Gambar 8.2 menggambarkan mengapa penting untuk melakukan intervensi pada malnutrisi.



Gambar 2.1. Pentingnya Intervensi pada Malnutrisi

Beban ganda malnutrisi memberikan dampak ekonomi yang serius dan negatif pada individu dan populasi. Melalui dampaknya terhadap kesehatan, malnutrisi meningkatkan biaya perawatan kesehatan, mengurangi produktivitas, dan memperlambat pertumbuhan ekonomi, yang ber siklus kemiskinan dan kesehatan yang buruk. Biaya ekonomi makro dan mikro langsung dan tidak langsung yang ditanggung oleh individu dan populasi sering kali tidak berkelanjutan dan menjadi hambatan yang signifikan bagi pembangunan ekonomi dan sosial.

Seiring dengan terus meningkatnya beban malnutrisi, demikian pula dampak ekonominya. Sementara beban ganda malnutrisi dapat menimbulkan tantangan kesehatan masyarakat yang signifikan bagi semua sektor, hal itu juga menghadirkan peluang penting untuk tindakan terpadu. Menangani beban ganda kekurangan gizi menawarkan peluang untuk penyelarasan dan koordinasi antara mereka yang bertugas menangani kekurangan gizi, kelebihan berat badan dan obesitas, penyakit menular, PTM, penyakit ibu dan anak, dan penyakit yang terkait dengan penuaan.

Menangani beban ganda kekurangan gizi juga harus dianggap sebagai katalisator untuk menangani tantangan kebijakan di luar kesehatan termasuk mengurangi kesehatan dan ketidakadilan sosial dalam populasi, dan meningkatkan pencapaian pendidikan. Tindakan untuk mencapai gizi optimal bagi individu

dan populasi akan menjadi kunci untuk mencapai target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan; komitmen Deklarasi Roma tentang Gizi dalam Dekade Aksi Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Gizi; Target Gizi Global 2025; target Rencana implementasi komprehensif tentang gizi ibu, bayi, dan anak kecil dan strategi Global untuk kesehatan perempuan, anak-anak, dan remaja 2016–2030; dan target yang digariskan oleh rencana aksi Global untuk pencegahan dan pengendalian penyakit tidak menular 2013–2020. Seiring dengan transisi masyarakat global ke fokus gizi yang lebih luas dari Tujuan Pembangunan (World Health Organization, 2014), (World Health Organization, 2013)

Kekurangan gizi dan PTM, beban ganda kekurangan gizi menawarkan hubungan penting antara kebijakan dan inisiatif yang mapan dan berhasil, dan intervensi gizi yang muncul. Dalam konteks yang lebih luas ini, persimpangan bentuk kekurangan gizi yang tampaknya kontras dan sering membingungkan yang terwakili dalam beban ganda kekurangan gizi memberikan titik kritis fokus dan intervensi baru. Beban ganda kekurangan gizi dapat dilihat sebagai tantangan gizi ganda, atau peluang untuk keuntungan ganda. Program dan kebijakan yang bertujuan untuk mengatasi beban gizi ini melalui tindakan bersama yang saling menguntungkan atau yang berdasarkan bukti, cenderung efektif dan hemat biaya (lihat Gambar 8.2). Tindakan bersama mencakup intervensi, program, dan kebijakan yang berpotensi untuk secara bersamaan mengurangi risiko atau beban kekurangan gizi (termasuk kekurangan berat badan, terhambatnya pertumbuhan, dan defisiensi atau insufisiensi mikronutrien) dan PTM yang berlebihan berat badan, obesitas, atau terkait pola makan (termasuk diabetes tipe 2, penyakit kardiovaskular, dan beberapa jenis kanker). Beberapa contoh mungkin mencakup kebijakan untuk memastikan akses ke nutrisi dan perawatan ibu dan antenatal yang optimal; perlindungan, promosi, dan dukungan pemberian ASI, termasuk pemberian ASI eksklusif selama 6 bulan pertama, dan pemberian makanan pendamping yang tepat dalam 2 tahun pertama kehidupan; program yang mendorong pola makan sehat di prasekolah, sekolah, lembaga publik, dan tempat kerja; langkah-langkah dan kebijakan yang meningkatkan ketahanan pangan dan

memastikan akses ke makanan sehat oleh semua individu dan keluarga dan inisiatif yang memastikan akses terhadap pola makan sehat dan berkelanjutan dari sistem pangan yang tepat dan tangguh.

Malnutrisi merupakan salah satu beban kesehatan global yang utama. Malnutrisi merupakan istilah yang secara khusus digunakan untuk menggambarkan kekurangan gizi di mana seseorang tidak mendapatkan nutrisi makanan yang dibutuhkan seperti kalori, protein, atau zat gizi mikro. Malnutrisi terutama memengaruhi populasi muda, terutama mereka yang berusia di bawah 5 tahun karena nutrisi yang cukup sangat penting untuk memastikan pertumbuhan dan perkembangan mereka yang baik. Kerentanan dan ketergantungan anak-anak terhadap orang dewasa untuk mendapatkan makanan menempatkan mereka dalam kelompok risiko populasi (Akombi *et al.*, 2017).

Sifat malnutrisi yang tidak terlihat menjadikannya ancaman terbesar bagi kesehatan anak-anak. Tidak seperti kelaparan, anak-anak yang menderita malnutrisi hampir tidak menunjukkan tanda-tanda luar karena mereka menderita bentuk yang lebih ringan. Selain itu, kekurangan gizi masih menjadi masalah besar. Di antara anak-anak di bawah 5 tahun, kekurangan gizi tetap menjadi salah satu penyebab utama kematian dan 26,9% anak-anak di bawah 5 tahun yang didiagnosis dengan kekurangan gizi akut berasal dari Afrika Sub-Sahara. Perkiraan terbaru mengungkapkan bahwa 52 juta anak di bawah 5 tahun didiagnosis dengan kekurangan berat badan, yang 17 juta di antaranya mengalami kekurangan berat badan yang parah. Dunia saat ini menghadapi prevalensi kekurangan gizi dengan 155 juta anak terhambat pertumbuhannya dan 52 juta anak kekurangan berat badan. Secara global, diperkirakan bahwa 45% kematian pada anak-anak di bawah 5 tahun disebabkan oleh kekurangan gizi (World Health Organization, 2014).

8.2 Beban dan Dampak Sosial-Ekonomi Malnutrisi

Dampak malnutrisi, khususnya kekurangan gizi, terhadap pertumbuhan fisik anak-anak terlihat jelas di wilayah berpendapatan rendah. 1000 hari pertama setelah kelahiran sangat penting bagi pertumbuhan kognitif dan linear anak.

Faktanya, pada periode inilah perkembangan otak terjadi dan kekurangan fisiologis apa pun selama periode ini dapat menyebabkan konsekuensi jangka pendek dan jangka panjang. Konsekuensi ini sebagian besar terlihat pada kesehatan, pendidikan, dan produktivitas masa depan anak. Efek tersebut pada akhirnya saling memengaruhi, memberikan konsekuensi jangka panjang yang bersifat aditif atau sinergis pada pertumbuhan ekonomi, integrasi sosial, dan intensitas kemiskinan di negara tersebut (Adebisi *et al.*, 2019).

8.3 Pendidikan

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa anak yang kekurangan gizi kronis rentan terhadap memori kerja visual dan pendengaran yang buruk, mengalami kesulitan memperhatikan dan berkonsentrasi, dan kekurangan dalam menunjukkan fungsi eksekutif⁴ sementara mereka yang cukup gizi memiliki memori kerja yang baik, perhatian selektif, serta fungsi eksekutif yang baik. Oleh karena itu, diyakini bahwa perbedaan fungsi tersebut disebabkan oleh keterlambatan perkembangan prefrontal pada anak-anak yang mengalami stunting, yang menyebabkan mereka mengalami gangguan fungsi. Efek ini berdampak kuat pada pendidikan anak dengan mengurangi kemampuan belajar¹⁸ dan prestasi anak di sekolah. Hal ini juga meningkatkan kemungkinan anak untuk mengulang kelas atau putus sekolah, sehingga pada akhirnya memperoleh tingkat pendidikan yang rendah. Anak-anak yang menderita kekurangan gizi lebih mungkin mengulang kelas dibandingkan dengan anak-anak yang cukup gizi (Morgan, 2015).

Studi yang dilakukan pada anak-anak dari Brasil, Afrika Selatan, India, Filipina, dan Guatemala menunjukkan bahwa stunting merupakan prediktor kegagalan pembelajaran anak di kelas (Martorell *et al.*, 2010). Selain itu, sebuah laporan oleh Pemerintah Uganda yang berjudul “Biaya Kelaparan di Uganda” memperkirakan bahwa tingkat anak-anak yang mengalami stunting untuk mengulang kelas lebih tinggi daripada rata-rata nasional dengan risiko diferensial sebesar 3,2%. Laporan tersebut juga mengungkapkan bahwa hanya 34% anak-anak yang mengalami stunting berhasil menyelesaikan sekolah dasar dibandingkan

dengan 50% anak-anak yang tidak mengalami stunting. Tren serupa juga terlihat di tingkat sekolah menengah. Selain dampak pada pendidikan anak, biaya finansial juga ada bagi keluarga yang anak-anaknya mengulang sekolah. Dengan tingkat pendidikan yang rendah, para putus sekolah tidak memiliki kesempatan untuk mendapatkan pekerjaan, dan hal ini tidak hanya menurunkan produktivitas negara tetapi juga meningkatkan angka kejahatan di masyarakat (Adebisi *et al.*, 2019).

8.4 Kesehatan

Melemahnya sistem kekebalan tubuh dan meningkatnya kerentanan tubuh terhadap infeksi merupakan beberapa cara kekurangan gizi mempengaruhi kesehatan anak-anak. Penduduk biasanya mengonsumsi makanan pokok, sehingga tidak memperoleh zat gizi lainnya. Hal ini terbukti dari tingginya prevalensi anak-anak yang mengalami gangguan pertumbuhan. Anak-anak yang kekurangan gizi lebih rentan meninggal karena infeksi pernapasan dan diare, sehingga meningkatkan angka kematian dan morbiditas. Efek lainnya adalah gangguan fungsi manusia di semua tahap kehidupan dan berkurangnya harapan hidup. Kekurangan zat gizi merupakan contoh lain dari dampak kesehatan yang disebabkan oleh kekurangan gizi. Hal tersebut terutama terlihat sebagai kekurangan karbohidrat atau protein. Marasmus muncul akibat kekurangan energi yang disebabkan oleh kelaparan yang berkepanjangan. Kondisi ini ditandai dengan berat badan yang rendah dibandingkan dengan panjangnya, lengan atas, paha, dan bokong yang sangat kurus, serta adanya edema perifer pada tungkai bawah dan telapak kaki, yang disebabkan oleh tulang rusuk yang menonjol dan hilangnya lemak subkutan pada pasien (Subramanian and Subramanyam, 2015).

Kondisi lain yang terjadi akibat kekurangan mineral seperti anemia. Anemia juga merupakan salah satu masalah kesehatan global saat ini. Meskipun disebabkan oleh beberapa faktor, perlu dicatat bahwa setengah dari kasus anemia global disebabkan oleh kekurangan gizi, terutama asupan zat besi yang rendah oleh tubuh. Kondisi ini menyerang semua usia, tetapi lebih umum dan menimbulkan dampak serius pada anak-anak. Karena anemia, anak-

anak sering kali mengalami gangguan perkembangan kognitif dan pertumbuhan terhambat. Kekurangan gizi tidak hanya meningkatkan risiko kematian anak tetapi juga meningkatkan tingkat mobilitas. Anak-anak menderita berbagai kondisi dan penyakit yang diakibatkan oleh nutrisi spesifik yang rendah, misalnya, kebutaan dan cacat tabung saraf yang diakibatkan oleh kekurangan vitamin A dan asam folat (UNICEF, 2013).

Mengelola dan merawat anak-anak yang kekurangan gizi dengan penyakit terkaitnya menimbulkan beban biaya berulang bagi sistem kesehatan. Merawat anak yang sangat kekurangan berat badan lebih mahal daripada mencegah kekurangan gizi dan bebannya berlipat ganda dengan adanya penyakit penyerta. Biaya ini selalu meningkat pada setiap tahap kondisi, terutama ketika keluarga tidak memiliki akses ke layanan kesehatan atau petugas kesehatan. Konsekuensi jangka panjang lainnya yang diakibatkan oleh kekurangan gizi adalah kenaikan berat badan yang tidak proporsional dan cepat yang diamati di antara orang-orang yang terhambat pertumbuhannya selama masa kanak-kanak mereka. Peluang anak yang terhambat pertumbuhannya mengalami obesitas dan penyakit kronis lainnya selama masa dewasa lebih tinggi dibandingkan dengan anak yang sehat selama masa kanak-kanak (UNICEF, 2013).

8.5 Produktivitas

Kekurangan gizi berdampak negatif pada produktivitas manusia. Sebagian besar anak yang kekurangan gizi memperoleh tingkat pendidikan yang rendah, yang memengaruhi kemampuan dan kesempatan mereka untuk mendapatkan pekerjaan yang baik, sehingga menurunkan potensi penghasilan mereka. Hal ini menyebabkan berkurangnya jumlah dan kekuatan angkatan kerja (Morgan, 2015). Hilangnya produktivitas merugikan pemerintah Uganda sekitar 1,2 shilling Uganda pada tahun 2009, yang setara dengan 3,91% PDB Uganda.¹⁶ Kekurangan gizi diperkirakan merugikan Uganda hampir 19 triliun shilling Uganda pada tahun 2013 dan 2025 (Akombi *et al.*, 2017).

8.6 Kemiskinan

Konsekuensi fisik dari terhambatnya pertumbuhan anak dan dampaknya pada fungsi kognitif berkontribusi terhadap kemiskinan dengan menghambat kemampuan seseorang untuk menjalani kehidupan yang produktif (Morgan, 2015). Menurut sebuah studi yang dilakukan oleh UNICEF, diperkirakan bahwa 22% pendapatan hilang setiap tahun oleh orang dewasa yang menderita atau sedang menderita kekurangan gizi. Mengingat fakta bahwa Uganda terutama bergantung pada pertanian, aktivitas manual dan intensif, pembatasan pertumbuhan, dan mobilitas karena kekurangan gizi mengurangi tenaga kerja di sektor pertanian, yang merupakan persyaratan utama untuk produktivitas (UNICEF, 2013). Data gizi Uganda menunjukkan prevalensi berbagai jenis kekurangan gizi di antara anak-anak berusia 6 hingga 59 bulan di Uganda yang disebabkan oleh kekurangan gizi, berkurangnya produktivitas, dan timbulnya biaya, yang secara tidak langsung memperparah kemiskinan di negara tersebut (Ngaruiya *et al.*, 2017).

DAFTAR PUSTAKA

- Adebisi, Y.A. *et al.* (2019) 'Prevalence and Socio-economic Impacts of Malnutrition Among Children in Uganda', *Nutrition and Metabolic Insights*, 12. Available at: <https://doi.org/10.1177/1178638819887398>.
- Akombi, B.J. *et al.* (2017) 'Stunting, wasting and underweight in Sub-Saharan Africa: A systematic review', *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph14080863>.
- Cidrás, M. (2015) 'Body Mass Exponential Index: An Age-Independent Anthropometric Nutritional Assessment', *OALib*, 02(09), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.4236/oalib.1101943>.
- Food and Agriculture Organization (2015) *Food Insecurity in the World*. Available at: <http://www.fao.org/catalog/inter-e.htm>.
- Martorell, R. *et al.* (2010) 'Weight Gain in the First Two Years of Life Is an Important Predictor of Schooling Outcomes in Pooled Analyses from Five Birth Cohorts from Low- and Middle-Income Countries', *The Journal of Nutrition*, 140(2), pp. 348–354. Available at: <https://doi.org/10.3945/jn.109.112300>.
- Morgan, K.E. (2015) *The Cognitive Effects of Chronic Malnutrition and Environment on Working Memory and Executive Function in Children Recommended Citation*. Available at: https://digitalcollections.sit.edu/isp_collection.
- NCD Risk Factor Collaboration (2016) 'Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants', *The Lancet*, 387(10026), pp. 1377–1396. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30054-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30054-X).
- Ngaruiya, C. *et al.* (2017) 'Obesity as a form of malnutrition: Over-nutrition on the Uganda "malnutrition" agenda', *Pan African Medical Journal*, 28. Available at: <https://doi.org/10.11604/pamj.2017.28.49.11176>.
- Subramanian, S. V. and Subramanyam, M.A. (2015) 'Limits to economic growth: Why direct investments are needed to

- address child undernutrition in India', *Journal of Korean Medical Science*, 30, pp. S131–S133. Available at: <https://doi.org/10.3346/jkms.2015.30.S2.S131>.
- Tanumihardjo, S.A. *et al.* (2007) 'Poverty, Obesity, and Malnutrition: An International Perspective Recognizing the Paradox', *Journal of the American Dietetic Association*, 107(11), pp. 1966–1972. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jada.2007.08.007>.
- Tzioumis, E. and Adair, L.S. (2014) 'Childhood Dual Burden of Under- and Overnutrition in Low- and Middle-income Countries: A Critical Review', *Food and Nutrition Bulletin*, 35(2), pp. 230–243. Available at: <https://doi.org/10.1177/156482651403500210>.
- UNICEF (2013) *Improving child nutrition: the achievable imperative for global progress*. United Nations Children's Fund.
- World Health Organization (2017) *The double burden of malnutrition*.
- World Health Organization (2013) *Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases, 2013–2020*. World Health Organization.

BAB 9

GULA DAN KESEHATAN: DAMPAK KONSUMSI GULA BERLEBIH PADA TUBUH

Oleh Erina Masri

9.1 Pendahuluan

Makanan berisiko merupakan makanan dan minuman yang memiliki potensi untuk menyebabkan masalah kesehatan jika dikonsumsi dalam jumlah atau cara tertentu (berlebihan). Menurut Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018, tentang kebiasaan mengkonsumsi makanan berisiko penduduk Indonesia mengalami peningkatan sejak dari tahun 2009 yaitu 26,2%, pada tahun 2013 yaitu 12,8%, dan menjadi 21,8% pada tahun 2018 (Riskesdas, 2018). Salah satu senyawa yang berpotensi menyebabkan suatu makanan menjadi makanan berisiko adalah gula. Gula digunakan untuk meningkatkan citarasa manis pada makanan dan minuman. Konsumsi gula yang berlebihan dapat berkontribusi pada masalah kesehatan seperti obesitas, diabetes, penyakit kardiovaskular (Janes Sinaga et al., 2024). Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Indonesia tahun 2018, menunjukkan tingkat konsumsi makanan manis di Indonesia sangat tinggi. Konsumsi minuman manis 87,9% dan minuman manis 91,49%. Pada lingkup yang lebih kecil, penelitian pada mahasiswa di suatu universitas di Kota Padang pada tahun 2023 menunjukkan hampir sebagian besar responden (75,5%) mengkonsumsi makanan manis berlebih (Masri, Harleni and Zebua, 2024).

9.2 Definisi Gula

Menurut WHO gula adalah berbagai jenis karbohidrat sederhana, seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa, yang ditambahkan ke dalam makanan sebagai pemanis dalam makanan dan minuman (WHO, 2015). Kemenkes RI mendefinisikan gula

sebagai jumlah seluruh monosakarida dan disakarida (glukosa, fruktosa, sukrosa, laktosa) yang terdapat pada pangan (Kementrian Kesehatan RI, 2013).

9.3 Karbohidrat Dan Gula

Gula pada dasarnya adalah karbohidrat. Terdapat dua jenis karbohidrat yaitu karbohidrat kompleks dan karbohidrat sederhana. Kedua jenis karbohidrat ini memiliki perbedaan dalam struktur kimiawinya. Gula adalah struktur paling sederhana dari karbohidrat.

1. Karbohidrat Kompleks, terdiri dari Polisakarida dan polisakarida non pati (serat)
2. Karbohidrat Sederhana, terdiri dari Monosakarida, Disakarida dan Oligosakarida.
 - a. Monosakarida terdiri dari glukosa, fruktosa dan galaktosa
 - b. Disakarida terdiri dari maltosa (glukosa+glukosa), Sukrosa (glukosa + fruktosa), Laktosa (glukosa + galaktosa)

Polisakarida dan polisakarida non pati (serat) adalah bentuk karohidrat kompleks. Jenis polisakarida yang penting dalam ilmu gizi adalah pati, dekstrin, glikogen dan polisakarida nonpati (serat). Pati merupakan karbohidrat utama yang dimakan manusia yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Pati terutama terdapat dalam padi-padian, biji-bijian dan umbi-umbian. Polisakarida nonpati (serat) bersumber dari sayur-sayuran dan buah-buahan (Altmatsier, 2004). Dalam proses pencernaan semua bentuk pati dihidrolisis menjadi glukosa. Pada tahap pertengahan akan dihasilkan dekstrin dan maltosa. Dekstrin adalah produk antara dari pemecahan pati selama pencernaan. Dekstrin adalah molekul yang lebih kecil daripada pati tetapi lebih besar daripada maltosa atau glukosa. Hidrolisis dekstrin lebih lanjut menghasilkan maltosa, yang pada akhirnya dipecah menjadi glukosa.

Glikogen merupakan bentuk simpanan karbohidat di dalam tubuh manusia dan hewan, yang terutama terdapat di dalam hati dan otot. Dua pertiga bagian dari glikogen disimpan

di dalam otot dan selebihnya dalam hati. Glikogen dalam otot hanya dapat digunakan untuk keperluan energi di dalam otot tersebut, sedangkan glikogen dalam hati dapat digunakan sebagai sumber energi untuk keperluan semua sel tubuh (Ditjen Yankes Kemenkes RI, 2022)

Jenis karbohidrat yang kedua adalah karbohidrat sederhana. Secara umum karbohidrat sederhana hanya mengandung gula dasar yang mudah dicerna dan diserap oleh tubuh. Sementara, karbohidrat kompleks memiliki rantai gula yang lebih panjang, sehingga membutuhkan waktu cukup lama untuk mencerna dan menyerap karbohidrat jenis ini. Karbohidrat sederhana terdiri atas monosakarida, disakarida dan oligosakarida. Terdapat tiga jenis monosakarida yang terkait gizi yaitu glukosa, fruktosa dan galaktosa.

Glukosa merupakan sumber energi utama bagi makhluk hidup. Glukosa merupakan hasil akhir pencernaan pati, sukrosa, maltosa dan laktosa pada hewan dan manusia. Dalam proses metabolisme, glukosa merupakan bentuk karbohidrat yang beredar di dalam tubuh dan di dalam sel merupakan sumber energi. Jumlah glukosa dalam bentuk bebasnya di alam relatif kecil dibandingkan dengan bentuk karbohidrat lain seperti pati atau sukrosa, akan tetapi glukosa tetap terdapat di berbagai sumber alami yaitu **sayuran**, buahan, sirup jagung, sari pohon maple, dan madu.

Setelah dikonsumsi, glukosa diabsorpsi melalui dinding usus ke dalam aliran darah dan kemudian digunakan oleh sel-sel tubuh sebagai bahan bakar utama untuk menghasilkan energi melalui proses metabolisme. Glukosa yang tidak segera digunakan disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan otot, atau diubah menjadi lemak untuk penyimpanan energi jangka panjang.

Jenis monosakarida berikutnya adalah fruktosa atau sering disebut sebagai gula buah yang merupakan gula paling manis. Gula ini terutama terdapat dalam madu bersama glukosa dalam buah, nektar bunga dan juga di dalam sayur. Monosakarida selanjutnya adalah Galaktosa, terdapat di dalam tubuh sebagai hasil pencernaan laktosa.

Karbohidrat sederhana lainnya adalah disakarida. Terdapat tiga jenis disakarida yaitu sukrosa, maltosa dan laktosa. Sukrosa adalah jenis gula disakarida yang terbentuk dari fruktosa dan glukosa. Sukrosa berbeda dengan fruktosa dan glukosa. Sukrosa adalah salah satu bentuk gula yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang cukup. Jika diperhatikan komposisi atau nilai gizi suatu makanan kemasan, mungkin akan ditemukan sukrosa, glukosa, atau fruktosa di dalamnya. Sebenarnya, ketiga zat tersebut termasuk dalam jenis gula, atau karbohidrat sederhana (Siregar, 2014).

Sukrosa, atau yang biasa disebut gula tebu atau gula bit. Contoh sukrosa yang paling sering digunakan adalah gula pasir. Gula pasir terdiri atas 99 % sukrosa dibuat dari kedua macam bahan makanan tersebut melalui proses penyulingan dan kristalisasi. Gula merah dibuat dari kelapa, tebu atau enau melalui proses penyulingan tidak sempurna. Sukrosa juga banyak terdapat di dalam buah, sayuran dan madu. Bila dihidrolisis atau dicernakan, sukrosa pecah menjadi satu unit glukosa dan fruktosa. Maltosa (gula malt) tidak terdapat bebas di alam. Maltosa terbentuk pada setiap pemecahan pati. Bila dihidrolisis, maltosa pecah menjadi dua unit glukosa. Laktosa (gula susu) hanya terdapat dalam susu dan terdiri atas satu unit glukosa dan satu unit galaktosa.

Glukosa dan fruktosa adalah jenis gula paling sederhana dibandingkan sukrosa. Ini jenis gula yang paling kecil dan tidak dapat dipecah lagi. Sukrosa adalah jenis gula disakarida yang terbentuk dari fruktosa dan glukosa. Jika diperhatikan komposisi atau nilai gizi suatu makanan kemasan, mungkin akan ditemukan sukrosa, glukosa, atau fruktosa di dalamnya. Sebenarnya, ketiga zat tersebut termasuk dalam jenis gula, atau karbohidrat sederhana (Siregar, 2014).

Jenis karbohidrat sederhana yang ketiga adalah oligosakarida. Oligosakarida terdiri atas dua hingga sepuluh monosakarida. Sebetulnya disakarida termasuk dalam oligosakarida, tetapi karena peranannya dalam ilmu gizi sangat penting maka dibahas secara terpisah.

9.4 Klasifikasi Gula

Gula merupakan karbohidrat sederhana yang dapat diubah menjadi sumber energi bagi tubuh. Gula dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu gula alami/intrinsik dan gula tambahan. Gula alami dapat diperoleh dari bahan pangan yang secara alami sudah mengandung gula. Jenis gula yang terdapat dalam makanan secara alami adalah madu, konsentrat buah, sirup fruktosa, sirup maple. Sedangkan jenis gula yang sengaja ditambahkan pada makanan adalah gula pasir, gula merah, gula aren, gula batu, brown sugar, caramel, gula semut, gula kelapa. Sementara gula tambahan biasanya didapatkan dari makanan dan minuman yang dalam proses pengolahannya ditambahkan gula seperti permen, kue, biskuit, minuman kekinian, hingga makanan dan minuman kemasan (WHO, 2015). WHO mengklasifikasikan gula berdasarkan sumber dan cara terdapatnya gula dalam makanan. Berikut adalah klasifikasi gula menurut WHO:

1. Monosakarida:

- a. **Glukosa:** Gula sederhana yang merupakan sumber energi utama bagi tubuh.
- b. **Fruktosa:** Gula yang banyak terdapat dalam buah-buahan dan madu.
- c. **Galaktosa:** Gula yang biasanya ditemukan dalam susu dan produk susu.

2. Disakarida:

- a. **Sukrosa:** Gula yang terdiri dari glukosa dan fruktosa, umum dikenal sebagai gula meja.
- b. **Laktosa:** Gula yang terdiri dari glukosa dan galaktosa, ditemukan dalam susu.
- c. **Maltosa:** Gula yang terdiri dari dua molekul glukosa, ditemukan dalam malt dan produk biji-bijian yang dikecambahkan.

3. Gula Bebas (*Free Sugars*)

Gula bebas adalah semua monosakarida dan disakarida yang ditambahkan ke makanan dan minuman. Gula bebas juga mencakup gula alami yang tidak terikat dalam struktur makanan asli seperti gula dalam madu, sirup, jus buah, dan

konsentrat jus buah. Contoh gula bebas adalah gula pasir (sukrosa), fruktosa dalam jus buah, madu, sirup jagung.

4. Gula Alami (*Naturally Occurring Sugars*)

Gula alami adalah gula yang terdapat secara alami dalam bahan makanan utuh seperti buah-buahan, sayuran, dan susu. Contohnya fruktosa dalam buah-buahan, laktosa dalam susu, glukosa dalam sayuran.

5. Gula Tambahan (*Added Sugars*):

Gula tambahan adalah gula (semua monosakarida dan disakarida) yang ditambahkan selama pemrosesan atau persiapan makanan dan minuman. Jenis gula ini tidak mencakup gula yang secara alami terdapat dalam bahan makanan utuh. Contohnya, gula yang ditambahkan ke minuman kemasan, kue, biskuit, saus (Ericson and Slavin, 2015).

9.5 Pedoman Asupan Gula pada Dewasa dan Anak

Pedoman WHO mengenai asupan gula tidak mengacu pada gula dalam buah-buahan dan sayuran segar, serta gula yang secara alami ada dalam susu, karena tidak ada bukti yang dilaporkan mengenai efek buruk dari konsumsi gula tersebut.

Pedoman baru WHO merekomendasikan orang dewasa dan anak-anak mengurangi asupan gula bebas harian, yaitu semua monosakarida dan disakarida yang ditambahkan ke makanan dan minuman oleh produsen, juru masak, atau konsumen. Ini juga mencakup gula yang secara alami terdapat dalam madu, sirup, jus buah, dan konsentrat jus buah. Contohnya gula pasir (sukrosa), fruktosa dalam jus buah, madu, sirup jagung.

WHO merekomendasikan orang dewasa dan anak-anak mengurangi asupan gula bebas harian hingga kurang dari 10% dari total asupan energi harian. Pengurangan lebih lanjut hingga di bawah 5% atau sekitar 25 gram (6 sendok teh) per hari akan memberikan manfaat kesehatan tambahan (WHO, 2015)

Peraturan Kementerian Kesehatan RI Nomor 30 Tahun 2013 tentang Pencantuman Informasi Kandungan Gula, Garam dan Lemak Serta Pesan Kesehatan Pada Pangan Olahan dan Pangan Siap Saji, menetapkan nnnjuran konsumsi gula per orang per hari adalah 10% dari total energi (200 kkal) atau setara dengan Gula 4 sendok

makan /orang /hari (50 gram/orang/hari) (Kementrian Kesehatan RI, 2013)

Jika misalnya untuk orang dewasa dengan kebutuhan energi sekitar 2000 kalori per hari, 10% dari total asupan energi setara dengan 50 gram gula bebas atau sekitar 12 sendok teh gula. Untuk manfaat kesehatan tambahan, 5% dari total asupan energi setara dengan 25 gram gula bebas atau sekitar 6 sendok teh gula. Batasan konsumsi gula dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia utamanya mencakup gula tambahan (*added sugar*) yang ditambahkan selama produksi atau persiapan makanan dan minuman. Panduan ini tidak secara eksplisit mencakup seluruh konsep gula bebas seperti yang didefinisikan oleh WHO, meskipun dalam praktiknya, membatasi gula tambahan juga akan membantu mengurangi konsumsi beberapa jenis gula bebas.

Sebagian besar gula yang dikonsumsi saat ini “tersembunyi” dalam makanan olahan yang biasanya tidak terlihat manis. Misalnya, 1 sendok makan saus tomat mengandung sekitar 4 gram (sekitar 1 sendok teh) gula bebas.

9.6 Dampak Konsumsi Gula Berlebih

Konsumsi harian makanan dan minuman manis berlebih dapat menyebabkan peningkatan berat badan atau kegemukan. Selain kegemukan, konsumsi gula harian yang berlebih, dapat menyebabkan kerusakan gigi (karies), sulit menghentikan keinginan makan akibat gangguan sensitivitas hormon leptin, peningkatan kadar gula darah (hiperglikemia) yang akan meningkatkan risiko penyakit diabetes melitus, meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, meningkatkan risiko keganasan dan penuaan dini (Kemenkes RI, 2018).

9.6.1 Konsumsi Gula dan Obesitas

Obesitas merupakan suatu kondisi di mana terdapat penumpukan lemak tubuh yang berlebihan, melebihi batas normal. Kondisi ini muncul ketika asupan energi melebihi kebutuhan tubuh, sehingga energi yang berlebih disimpan dalam bentuk lemak.

Makanan dan minuman yang manis umumnya mengandung banyak energi. Setiap gram gula memberikan sekitar 4 kalori, dan makanan penutup atau minuman manis sering mengandung puluhan gram gula, yang menyumbang energi dalam jumlah besar. Selain itu, gula mempengaruhi hormon yang mengatur rasa lapar dan kenyang, seperti leptin dan ghrelin, yang dapat meningkatkan nafsu makan dan dorongan untuk makan lebih banyak. Gula juga berperan sebagai prekursor dalam pembentukan lemak tubuh. Fruktosa, khususnya, berkontribusi pada pembentukan lemak melalui proses lipogenesis, di mana karbohidrat diubah menjadi asam lemak. Kelebihan fruktosa diubah menjadi asetil-CoA, yang digunakan untuk sintesis asam lemak. Asam lemak yang dihasilkan kemudian bergabung dengan gliserol untuk membentuk trigliserida, bentuk utama lemak yang disimpan dalam tubuh. Trigliserida ini dapat disimpan di hati atau dilepaskan ke dalam darah dan diangkut ke jaringan lemak sebagai lemak tubuh (Hengist A and Komanov F, 2019)

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan positif yang konsisten antara konsumsi minuman manis dengan peningkatan berat badan dan obesitas pada anak-anak dan orang dewasa. Berbagai studi, baik *cross-sectional* maupun kohort prospektif dengan periode tindak lanjut yang panjang, mengindikasikan bahwa asupan minuman manis dalam jumlah besar terkait dengan penambahan berat badan dan obesitas. Penelitian yang melibatkan pemberian minuman bersoda yang mengandung gula secara jangka pendek juga mendukung temuan bahwa konsumsi gula berlebih dapat menyebabkan keseimbangan energi positif dan penambahan berat badan (Malik VS and Schulze B, 2006). Studi lainnya juga menunjukkan hubungan signifikan antara konsumsi gula, soda, dan pemanis buatan dengan obesitas (Ruanpeng D and ThongprayoonC, 2017). Penelitian epidemiologi menunjukkan bahwa konsumsi gula berhubungan dengan pertambahan berat badan, dan penelitian intervensi mengungkapkan bahwa konsumsi makanan tinggi gula mendorong peningkatan berat badan

dibandingkan dengan makanan rendah gula (Stanhope L. Kimber, 2016).

9.6.2 Konsumsi Gula dan Diabetes

Diabetes adalah penyakit kronis yang ditandai oleh tingginya kadar gula darah. Konsumsi minuman manis yang tinggi secara signifikan berhubungan dengan perkembangan sindrom metabolik dan diabetes tipe 2. Konsumsi gula berlebihan, khususnya dalam bentuk gula tambahan, menyebabkan lonjakan kadar glukosa darah. Lonjakan ini memicu pankreas untuk melepaskan insulin. Jika pola ini terus berlanjut dalam jangka panjang, dapat menyebabkan resistensi insulin, yang merupakan salah satu faktor utama dalam pengembangan diabetes tipe 2. Minuman yang mengandung gula tambahan telah terbukti meningkatkan konsentrasi glukosa dan insulin dalam darah dengan cepat dan dramatis. Karena sering dikonsumsi dalam jumlah besar, minuman ini menyumbang pada beban glikemik diet yang tinggi. Diet dengan beban glikemik tinggi diketahui dapat menyebabkan intoleransi glukosa dan resistensi insulin, terutama pada individu dengan kelebihan berat badan, serta meningkatkan biomarker inflamasi seperti protein C-reaktif, yang terkait dengan risiko diabetes tipe 2.

Data epidemiologi menunjukkan bahwa konsumsi fruktosa, yang terdapat dalam gula tambahan seperti sukrosa, berhubungan langsung dengan risiko diabetes tipe 2 (Stanhope L. Kimber, 2016). Kebiasaan mengonsumsi minuman manis tidak hanya meningkatkan risiko sindrom metabolik dan diabetes tipe 2 melalui obesitas, tetapi juga dengan meningkatkan beban glikemik makanan, yang menyebabkan resistensi insulin, disfungsi sel β , dan peradangan. Penelitian di Amerika Serikat menemukan bahwa konsumsi gula yang tinggi terkait dengan peningkatan risiko diabetes. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mengurangi konsumsi gula dapat membantu mengurangi risiko diabetes. Selain jumlah gula yang dikonsumsi, jenis gula juga memengaruhi risiko diabetes. Konsumsi fruktosa yang tinggi dikaitkan dengan peningkatan

risiko diabetes. Studi yang dilakukan pada remaja menunjukkan bahwa asupan fruktosa yang tinggi berhubungan dengan peningkatan resistensi insulin dan risiko diabetes (Malik and Popkin MB, 2010).

9.6.3 Konsumsi Gula dan Penyakit Jantung

Konsumsi gula berlebih secara langsung meningkatkan risiko resistensi insulin, hiperinsulinemia, peradangan, dan dislipidemia, yang semuanya berkontribusi pada perkembangan penyakit kardiovaskular dan diabetes tipe 2. Gula yang berlebihan dapat menyebabkan peradangan sistemik dan stres oksidatif dalam tubuh. Kedua kondisi ini berperan dalam kerusakan pembuluh darah, meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular seperti aterosklerosis. Aterosklerosis adalah kondisi kronis yang ditandai oleh penumpukan plak di dinding arteri. Plak ini terdiri dari lemak, kolesterol, kalsium, dan zat lain yang dapat menyebabkan penyempitan dan pengerasan arteri. Proses ini menyebabkan arteri kehilangan elastisitasnya dan menyempit, yang mengurangi aliran darah ke organ dan jaringan tubuh.

Jenis gula yang dikonsumsi, jumlah gula yang dikonsumsi, dan pola makan secara keseluruhan juga ikut berkontribusi terhadap penyakit jantung. Suatu studi menemukan bahwa mengonsumsi fruktosa yang banyak terdapat dalam minuman manis, berkontribusi terhadap peningkatan risiko penyakit jantung daripada mengonsumsi sukrosa (Malik and Popkin MB, 2010).

Data epidemiologi menunjukkan bahwa efek langsung fruktosa berkaitan dengan konsumsi gula yang mengandung fruktosa, sukrosa dan sirup jagung, yang merupakan gula tambahan yang paling banyak digunakan. Konsumsi gula tambahan dikaitkan dengan perkembangan dan/atau prevalensi perlemakan hati, dislipidemia, resistensi insulin, hiperurisemia, penyakit kardiovaskular dan diabetes tipe 2, dan banyak dari hubungan ini tidak bergantung pada pertambahan berat badan atau total asupan energi. Terdapat penelitian intervensi diet di mana subjek manusia menunjukkan peningkatan sirkulasi lipid dan penurunan sensitivitas insulin ketika mengonsumsi gula

tinggi dibandingkan dengan diet control (Stanhope L. Kimber, 2016)

Uji klinis acak dan studi epidemiologi telah menunjukkan bahwa individu yang mengonsumsi gula tambahan dalam jumlah yang lebih tinggi, terutama minuman manis, cenderung mengalami peningkatan berat badan dan memiliki risiko lebih tinggi terhadap obesitas, diabetes mellitus tipe 2, dislipidemia, hipertensi, dan penyakit kardiovaskular (Yang Q, Zhang and Greeg W, 2014).

Penelitian yang dilakukan pada manusia dan hewan menunjukkan bahwa konsumsi berlebihan gula tambahan mendorong resistensi insulin dan hiperinsulinemia. Hiperinsulinemia merupakan faktor risiko independen untuk penyakit jantung koroner. Resistensi insulin menyebabkan serangkaian perubahan metabolik dan vaskular yang meningkatkan risiko penyakit jantung. Banyak bukti yang menunjukkan bahwa *gula tambahan lebih* berperan daripada lemak jenuh sebagai penyebab *penyakit jantung koroner*.

Diet tinggi gula tambahan hanya selama beberapa minggu menghasilkan berbagai kelainan yang ditemukan pada pasien dengan penyakit jantung koroner termasuk peningkatan kadar insulin dan resistensi insulin. Bukti menunjukkan bahwa gula tambahan adalah penyebab utama dalam diet yang menyebabkan penyakit jantung koroner (Dinicoleantonia and Okeefe, 2017).

9.6.4 Gula dan Kanker

Konsumsi gula berlebih dapat berkontribusi terhadap perkembangan beberapa jenis kanker melalui mekanisme resistensi insulin, hiperinsulinemia, inflamasi kronis, stres oksidatif, dislipidemia, dan dukungan energi untuk pertumbuhan berperan dalam menciptakan lingkungan yang mendukung perkembangan dan penyebaran sel kanker.

Resistensi insulin dapat menyebabkan hiperinsulinemia (kadar insulin yang tinggi dalam darah). Insulin berfungsi sebagai faktor pertumbuhan yang dapat merangsang proliferasi sel dan menghambat kematian sel (apoptosis). Peningkatan kadar insulin dapat mempercepat pertumbuhan tumor dan meningkatkan risiko

kanker. Hiperinsulinemia dapat merangsang pertumbuhan sel kanker melalui reseptor insulin dan faktor pertumbuhan mirip insulin (IGF). Ini dapat meningkatkan proliferasi sel kanker dan menghambat apoptosis, serta berkontribusi pada pembentukan dan penyebaran tumor. Inflamasi kronis dapat menciptakan lingkungan mikro yang mendukung pertumbuhan kanker dengan menyediakan faktor-faktor pertumbuhan, enzim proteolitik, dan sitokin yang memfasilitasi pertumbuhan sel kanker dan metastasis. Inflamasi juga dapat mengganggu proses perbaikan sel dan mengubah lingkungan sekitar sel kanker, yang mendukung pembentukan dan penyebaran tumor (Szablewski, 2024).

Stres oksidatif meningkat pada sindrom metabolik dan diabetes mellitus tipe 2 (Tangvarasittichai, 2015). Stres oksidatif terjadi ketika ada ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan kemampuan tubuh untuk menetralkannya dengan antioksidan. Radikal bebas dapat merusak DNA, protein, dan lipid, yang berkontribusi pada mutasi genetik dan perubahan dalam sel yang dapat memicu kanker. Stres oksidatif juga dapat mempengaruhi jalur sinyal seluler yang terlibat dalam pertumbuhan tumor dan kematian sel. Konsumsi gula yang tinggi dapat berkontribusi pada dislipidemia. Konsumsi gula berlebih dapat mempengaruhi resistensi insulin dan menyebabkan inflamasi, yang semuanya berkontribusi pada ketidakseimbangan lipid dalam darah. Dislipidemia dapat mempengaruhi perkembangan kanker dengan menyediakan substrat untuk sintesis membran sel dan energi untuk pertumbuhan sel kanker. Beberapa jenis dislipidemia juga dapat mengganggu metabolisme sel dan berkontribusi pada perkembangan tumor. Sel kanker sering memiliki kebutuhan energi yang lebih tinggi dan dapat mengubah metabolisme mereka untuk memanfaatkan glukosa dan lipid secara lebih efisien. Hiperinsulinemia dan dislipidemia dapat meningkatkan pasokan energi yang tersedia bagi tumor, mendukung pertumbuhan dan penyebaran kanker.

Dalam sebuah studi kasus-kontrol di Amerika Serikat, wanita di bawah usia 45 tahun yang mengonsumsi makanan manis sebanyak 9,8 kali per minggu atau lebih mengalami risiko kanker payudara yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang

mengonsumsi makanan manis kurang dari 2,8 kali per minggu. Studi tersebut tidak menemukan hubungan signifikan antara risiko kanker payudara dengan asupan kalori, makronutrien, atau jenis lemak, namun hanya menunjukkan adanya hubungan khusus dengan gula. Demikian pula, studi kasus-kontrol yang dilakukan di Italia menemukan bahwa wanita dengan asupan makanan penutup yang tinggi gula berisiko menderita kanker payudara 1,19 kali. Studi kasus-kontrol di Malaysia menunjukkan bahwa asupan gula tinggi meningkatkan risiko kanker payudara secara signifikan, dua kali lipat di kalangan wanita pra-menopause. Penelitian di berbagai negara, baik berpenghasilan tinggi maupun rendah-menengah, konsisten menemukan bahwa konsumsi gula berkaitan erat dengan peningkatan risiko kanker payudara serta kematian akibat kanker. Gula juga terlibat dalam perkembangan kanker usus besar; konsumsi dua porsi atau lebih minuman manis setiap hari meningkatkan risiko kekambuhan sebesar 75% dan risiko kematian dibandingkan dengan konsumsi kurang dari dua porsi per hari. Bahkan setelah penyesuaian untuk beban glikemik makanan, hasil ini tetap konsisten, menunjukkan peran signifikan gula. Studi kasus-kontrol menunjukkan bahwa asupan sukrosa berhubungan positif dengan risiko kanker kolorektal lebih dari dua kali lipat. Bukti kuat menunjukkan bahwa diet kaya sukrosa dan/atau fruktosa meningkatkan risiko kanker pankreas. Dalam studi prospektif besar dengan 435.674 peserta, gula tambahan berkaitan dengan peningkatan risiko karsinoma adenokarsinoma esofagus. Fruktosa tambahan terkait dengan risiko lebih besar untuk kanker usus kecil, sementara semua jenis gula (total, sukrosa, fruktosa, dan gula tambahan) berhubungan dengan peningkatan risiko kanker pleura. Konsumsi jus buah yang tinggi (>7 porsi/minggu) dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker prostat sebesar 58%, dan diet tinggi karbohidrat serta minuman berpemanis meningkatkan risiko kanker prostat. Studi kasus-kontrol lainnya menunjukkan bahwa konsumsi sukrosa berhubungan dengan risiko kanker paru-paru. Studi prospektif dengan 70.000 orang mengungkapkan bahwa konsumsi tinggi minuman manis dan minuman pemanis artifisial meningkatkan risiko kanker saluran empedu ekstrahepatik dan kandung empedu. Konsumsi lebih dari enam minuman ringan per

hari terkait dengan risiko yang signifikan lebih tinggi untuk karsinoma hepatoseluler. Studi berbasis populasi menemukan bahwa konsumsi gula berlebihan dikaitkan dengan waktu bertahan hidup yang lebih pendek di antara pasien kanker esofagus (Epner, Yang and Wagner, 2022).

9.6.5 Gula dan Demensia

Demensia adalah penurunan fungsi kognitif yang cukup signifikan sehingga mempengaruhi kemampuan seseorang untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Bentuk yang paling umum dari demensia adalah Alzheimer. Penyakit Alzheimer merupakan kelainan otak yang dapat memengaruhi kemampuan berpikir, mengingat, dan melakukan aktivitas sehari-hari. Ini adalah bentuk demensia pada orang lanjut usia.

Gula darah tinggi akibat diabetes adalah factor risiko penyakit Alzheimer. Konsumsi gula yang berlebihan dapat menyebabkan peradangan kronis dan stres oksidatif. Kedua faktor ini dapat merusak sel-sel otak dan mempercepat kerusakan neurodegeneratif. Inflamasi kronis dapat merusak jaringan otak dan mengganggu fungsi neuron, sedangkan stres oksidatif merusak sel-sel otak melalui produksi radikal bebas. Konsumsi gula berlebihan dapat menyebabkan resistensi insulin, yang mengganggu metabolisme glukosa di otak. Resistensi insulin mengarah pada gangguan dalam penggunaan glukosa sebagai sumber energi oleh sel-sel otak. Gangguan ini dapat mengurangi fungsi kognitif dan meningkatkan risiko Alzheimer. Tingginya kadar gula dalam darah dapat meningkatkan produksi dan akumulasi beta-amiloid, protein yang terlibat dalam pembentukan plak di otak, salah satu tanda khas Alzheimer. Beta-amiloid yang terakumulasi membentuk plak yang merusak neuron dan mengganggu komunikasi antar sel otak. Konsumsi gula berlebih dapat mempengaruhi fungsi kognitif secara langsung. Gula berlebih dapat menyebabkan gangguan pada struktur dan fungsi otak, mengganggu memori dan kemampuan berpikir, yang dapat menjadi faktor risiko untuk pengembangan Alzheimer. Gula berlebih dapat mempengaruhi hormon seperti insulin dan leptin, yang berperan dalam pengaturan nafsu makan

dan metabolisme energi. Ketidakseimbangan hormon ini dapat berkontribusi pada perkembangan penyakit neurodegeneratif.

Penelitian pada 1865 subjek (63%) tidak mengonsumsi gula dalam minuman, sementara 525 subjek (18%) mengonsumsinya dalam 1-7 porsi/minggu dan 593 subjek (29%) dalam lebih dari 7 porsi/minggu, selama masa tindak lanjut rata-rata 19 tahun pada 1384 peserta, terdapat 275 kejadian demensia, di mana 73 di antaranya adalah demensia Alzheimer. Setelah penyesuaian multivariat, individu dengan asupan gula tertinggi dalam minuman memiliki risiko lebih tinggi untuk semua jenis demensia, demensia Alzheimer dibandingkan dengan individu yang tidak mengonsumsi gula. Individu dengan asupan gula tertinggi dalam minuman memiliki risiko lebih tinggi untuk semua jenis demensia, demensia Alzheimer, dan stroke dibandingkan dengan individu yang tidak mengonsumsi gula (Miao H, Chen and Yan X, 2021)

9.6.6 Gula dan Caries Gigi

Caries gigi adalah kerusakan pada struktur gigi yang disebabkan oleh aktivitas bakteri yang menghasilkan asam dari fermentasi gula dalam makanan. Konsumsi makanan yang mengandung gula berhubungan dengan kejadian caries gigi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi anak mengonsumsi makanan yang mengandung gula, maka akan semakin tinggi indeks karies giginya. Jenis makanan yang sering dikonsumsi dapat mempengaruhi keparahan karies gigi. Salah satu makanan yang dapat menyebabkan karies gigi yaitu makanan yang banyak mengandung gula atau sukrosa. Sukrosa mempunyai kemampuan yang lebih efisien terhadap pertumbuhan mikroorganisme dan dimetabolisme dengan cepat untuk menghasilkan zat-zat asam. Makanan yang menempel pada permukaan gigi jika dibiarkan akan menghasilkan zat asam lebih banyak, sehingga mempertinggi risiko terkena karies gigi.

Makanan manis akan dinetralkan oleh air ludah setelah 20 menit, maka apabila setiap 20 menit sekali mengonsumsi makanan manis akan mengakibatkan gigi lebih cepat rusak. Lamanya waktu yang dibutuhkan karies menjadi suatu lubang

pada gigi sangat bervariasi, diperkirakan antara 6-48 bulan (Efrianty N, 2020)

Asupan gula bebas sebesar $\leq 10\%$ dari total energi dikaitkan dengan risiko lebih rendah untuk karies gigi, tetapi ambang ini tidak menghilangkan karies gigi sepenuhnya. Karena karies gigi adalah penyakit progresif yang bersifat kumulatif sepanjang hidup. Risiko karies gigi lebih rendah ketika asupan gula bebas kurang dari $< 5\%$ dari total energi (Moinihan, 2016).

9.7 Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Konsumsi Gula Berlebih

Strategi untuk merubah perilaku menurut WHO yaitu dengan pendidikan (*education*), menggunakan kekuatan peraturan dan hukum (*regulation*), serta menggunakan kekuatan (*enforcement*). Upaya pencegahan dan penanggulangan perilaku konsumsi gula berlebih melibatkan pendekatan yang komprehensif dari berbagai aspek, termasuk pendidikan masyarakat, kebijakan pemerintah, serta perubahan dalam industri makanan. Berikut beberapa upaya yang dapat dilakukan:

1. Pendekatan Edukatif

Pendekatan edukatif merupakan kegiatan penyebarluasan pengetahuan secara sistematis dan terencana melalui proses pembelajaran. Pendekatan edukatif ini dapat berupa kampanye publik untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang bahaya konsumsi gula berlebih terhadap kesehatan, termasuk risiko obesitas, diabetes tipe 2, penyakit jantung, dan kanker. Selain itu perlu ditingkatkan pemahaman masyarakat tentang cara membaca label nutrisi pada produk makanan dan minuman untuk mengetahui kandungan gula. Kampanye public dapat menggunakan media-media massa dan media lainnya yang dapat diakses oleh masyarakat luas. Kegiatan edukasi juga dapat dilakukan di institusi pendidikan oleh petugas kesehatan atau dengan memasukkan kurikulum tentang pola makan sehat dan bahaya konsumsi gula. Berbagai metode edukasi dan media edukasi kesehatan berbasis media sosial menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan perilaku konsumsi makanan/minuman tinggi gula. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa edukasi menggunakan media sosial TikTok efektif untuk menurunkan konsumsi gula pada remaja (Masri and Syahputri, 2022).

2. Regulasi dan Kebijakan Pemerintah

Regulasi dan kebijakan pemerintah dapat menekan konsumsi gula. Pemerintah dapat menerapkan pajak pada minuman manis dan makanan tinggi gula untuk mengurangi konsumsinya. Pajak ini juga dapat digunakan untuk mendanai program kesehatan masyarakat. Membatasi iklan produk makanan dan minuman tinggi gula, terutama yang ditargetkan kepada anak-anak. Memperketat peraturan mengenai pelabelan kandungan gula pada produk makanan dan minuman, termasuk menggunakan label peringatan. Pemerintah juga dapat mengintervensi industri makanan untuk mendorong produsen makanan agar mengurangi kandungan gula dalam produk mereka dan mencari alternatif pemanis yang lebih sehat. Pemerintah juga bisa bekerjasama dengan perguruan tinggi atau Lembaga riset melakukan survei dan penelitian secara berkala untuk memantau tingkat konsumsi gula dalam masyarakat dan efektivitas kebijakan yang diterapkan.

Dengan pendekatan yang menyeluruh dan kolaboratif, diharapkan konsumsi gula berlebih dapat dikurangi sehingga dapat mencegah berbagai penyakit kronis yang terkait dengan asupan gula yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Altmatsier, S. (2004) Prinsip Dasar Ilmu Gizi.
- Dinicoleantonia, J. and Okeefe, J. (2017) 'Added Sugars Drive Coronary Heart Disease via Insulins Resistance and Hiperinsulinemia: New Paradigma', *Open Hearth*, 4(2).
- Ditjen Yankes Kemenkes RI (2022) Karbohidrat Komplek, Ditjen Yankes Kemenkes RI.
- Efrianty N (2020) 'Hubungan Konsumsi Makanan yang Mengandung Gula dengan Terjadinya Karies Gizi pada Anak', *Lentera Perawat*, 1(1).
- Epner, M., Yang, P. and Wagner, R. (2022) 'Understanding the Link between Sugars and Cancer', *cancers*, 14(24).
- Ericson, J. and Slavin, J. (2015) 'Total Added and Free Sugars: Are Restrictive Guidelines Science Based or Achievable', *Nutrients*, 7(5), pp. 2866–2878.
- Hengist A and Komanov F (2019) 'Fructose and metabolic Helath', *Journal Physiol*, 597(14).
- Janes Sinaga et al. (2024) 'Gula dan Kesehatan', *Mutiara Jurnal Multidisiplin Indonesia*, 2(1), pp. 54–68.
- Kemenkes RI (2018) Efek Buruk Konsumsi Gula, Kemenkes RI.
- Kementrian Kesehatan RI (2013) Permenkes no.30 tahun 2013 tentang Pencantuman Informasi Gula garam dan Lemak. Jakarta.
- Malik, V. and Popkin MB (2010) 'Sugas Sweetened Beverages and Risk Metabolic Syndrome and Type 2 Diabetes', *Diabetes Care*, 33(11).
- Malik VS and Schulze B (2006) 'Intake of Sugar Sweetened Beverages and Weight Gain', *American Journal Clinical Nutrition*, 84(2), pp. 274–288.
- Masri, E., Harleni and Zebua, I. (2024) 'Gambaran Pengetahuan dan Konsumsi Makanan Berisiko pada Mahasiswa di Kota Padang', *Ensiklopedia of Journal*, 6(4).
- Masri, E. and Syahputri, S. (2022) Sisru Syahputri 2) MetaCommunication, *Journal of Communication Studies P.*

- Miao H, Chen, K. and Yan X (2021) 'Sugar in Beverage and The Risk of Incident Demensia, Alzhemeir Disease and Stroke', *Journal Preventive Alzhemeir*, 8(2).
- Moinihan, P. (2016) 'Sugars and Dental Caries: Evidance for Setting a Rekomended Treshold for Intake', *Advances in Nutrition*, 7(1), pp. 146–156.
- Riskesdas, (2018) (2018) *Riset Kesehatan Dasar Provinsi Sumatera Barat Tahun 2018, Laporan Riskesdas Nasional 2018*.
- Ruanpeng D and Thongprayoon C (2017) 'Sugar and Artificially Sweetened Beverages Linked to Obesity', *QJM an International Journal of Medichine*, pp. 513–520.
- Siregar, S. (2014) 'KARBOHIDRAT', *Ilmu Keolahragaan*, 13(2), pp. 38–44.
- Stanhope L. Kimber (2016) 'Sugar Consumption, Metabolic Disease and Obesity', *Critical Reviews in Clinical and Laboratory Science*, 53(1), pp. 52–67.
- Szablewski, L. (2024) 'Changes in Cells Assosiated with Insulin Resistance', *International Journal of Molecular Science*, 25(4).
- Tangvarasittichai, S. (2015) 'Oxidative Stress Insulin Resistance Dislipydemia and Type 2 Diabetes Mellitus', *World Journal of Diabetes*, 6(3).
- WHO (2015) *Guideline:Sugars Intakes for Adult anda Children*. Edited by -. Genewa: WHO.
- Yang Q, Zhang, Z. and Greeg W (2014) 'Added Sugar Intake and Cardiovascular Disease Mortality Among US Adults', *JAMA International Medichine*, 174(4).

BAB 10

POLA MAKAN SEHAT UNTUK MENCEGAH PENYAKIT : PERAN DIET DALAM PENCEGAHAN

Oleh Nurul Annisa

10.1 Pendahuluan

Konsep gaya hidup sehat mencakup berbagai kebiasaan yang secara kolektif meningkatkan kesejahteraan fisik, mental, dan sosial seseorang. Konsep ini melibatkan penerapan praktik hidup bersih dan kebiasaan hidup sehat secara konsisten dalam kehidupan sehari-hari. Komponen utama dari kebiasaan ini meliputi praktik kebersihan pribadi—seperti mencuci tangan secara menyeluruh, mandi secara teratur, dan menjaga perawatan gigi yang tepat—serta konsumsi makanan bergizi. Penerapan kebiasaan hidup bersih dan sehat ini secara signifikan memengaruhi kualitas hidup seseorang secara keseluruhan. Dengan menerapkannya, individu dapat mengurangi risiko berbagai penyakit menular, meningkatkan kesehatan fisik dan mental yang lebih baik, dan mendukung fungsi kognitif yang optimal (Asri, I.H., dkk. 2021).

Makanan merupakan kebutuhan mendasar bagi kehidupan manusia. Tubuh manusia pada dasarnya terbentuk dari zat-zat yang kita konsumsi. Melalui proses pencernaan, makanan yang kita makan menyediakan energi yang dibutuhkan untuk bertahan hidup dan beraktivitas sehari-hari. Memahami makanan memerlukan pengetahuan yang mendalam tentang nutrisi dan berbagai senyawanya, serta fungsi, peran, dan interaksi spesifiknya yang memengaruhi kesehatan kita dan perkembangan penyakit (Tirtawinata, T.CH., 2006).

Pola makan yang bergizi berperan penting dalam meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan secara keseluruhan bagi individu dari segala usia, terutama bagi remaja selama masa

pertumbuhan mereka. Di dunia saat ini, kita menyaksikan peningkatan berbagai masalah kesehatan yang sering kali dapat dikaitkan dengan pilihan pola makan yang buruk. Sangat penting bagi setiap orang untuk memprioritaskan pola makan yang seimbang guna mengurangi risiko yang terkait dengan masalah kesehatan yang muncul ini.

10.2 Pola Makan Sehat

Makanan memiliki beberapa tujuan penting, termasuk memengaruhi perkembangan fisik kita dan menyediakan energi yang diperlukan untuk menjalani aktivitas sehari-hari. Pada sistem pencernaan, bahan makanan yang dikonsumsi akan dicerna, baik secara mekanis maupun secara kimiawi sehingga menghasilkan zat-zat aktif yang terkandung dalam bahan makanan itu, yang dapat menghasilkan tenaga dan membangun tubuh (Tirtawinata, T.CH., 2006).

Makanan yang sehat adalah makanan yang memiliki kandungan zat gizi sesuai dengan kebutuhan zat gizi individu, seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Kebutuhan makanan setiap orang itu berbeda dan dipengaruhi beberapa faktor yakni usia, jenis kelamin, aktivitas, dalam keadaan sehat atau sakit, dan kondisi tertentu seperti ibu hamil, ibu menyusui, dll.

Kebiasaan makan dibentuk oleh interaksi yang kompleks antara pengaruh eksternal dan internal. Faktor eksternal mencakup aspek-aspek seperti ketersediaan makanan, kondisi sosial ekonomi, dan pemahaman individu tentang gizi. Di sisi lain, faktor internal meliputi elemen-elemen seperti jenis kelamin, usia, citra tubuh, preferensi makanan pribadi, dan sifat kemandirian seseorang dalam membuat pilihan makanan. Pengaruh-pengaruh ini bersifat dinamis dan terus berkembang seiring waktu (Bonnie Worthington-Roberts and William, 2000).

Sarapan menandai kesempatan awal untuk memberi nutrisi pada tubuh kita setelah berpuasa semalaman saat tidur. Sarapan berperan penting dalam membangun fondasi nutrisi seimbang sepanjang hari. Mengonsumsi sarapan bergizi menyediakan nutrisi penting bagi otak, membantu fungsi kognitif dan kesejahteraan

secara keseluruhan. Idealnya, sarapan sehat harus memenuhi setidaknya seperempat kebutuhan nutrisi harian kita. Oleh karena itu, penting bagi menu sarapan untuk mencakup kombinasi karbohidrat, protein, lemak sehat, vitamin, mineral, dan serat, beserta hidrasi yang cukup untuk mendukung pencernaan, meningkatkan kadar energi, serta meningkatkan konsentrasi dan daya ingat (Khomsan, 2004).

Untuk mempermudah merancang hidangan yang baik, yang memenuhi kebutuhan tubuh sehingga menghasilkan kesehatan yang optimal, bahan makanan dibagi dalam beberapa kelompok berdasarkan pertimbangan aspek agama, ilmu pengetahuan, dan budaya. Pada hakekatnya, semua bahan makanan telah disiapkan untuk keperluan manusia dan halal untuk dimakan, kecuali beberapa bahan makanan yang diharamkan sebagaimana ayat-ayat yang diterangkan dalam kitab agama. Tiap bangsa mempunyai pola makanan masing-masing, yang sumbernya asli dari bangsa itu sendiri, misalnya Indonesia dimana pola makan Indonesia yang dianggap paling penting dan paling utama yakni bahan makanan pokok, seperti nasi kemudian ada jagung (Madura), sagu (Maluku), dan ubi (Papua Barat) yang secara empiris bisa mempertahankan kehidupan (Tirtawinata, T.CH., 2006).

Dikatakan dalam sekali makan, tidak hanya terdiri dari makanan pokok, sayur, lauk pauk, tetapi juga kombinasi dari semua jenis makanan yang dapat dilihat **Pedoman Umum Gizi Seimbang** yang diilustrasikan dengan gambar **Tumpeng Gizi Seimbang** sebagai panduan untuk konsumsi sehari-hari sehingga lebih mudah untuk mempraktikkannya (Ninggar Diastiti, 2023).

10.2.1 Kandungan dan Fungsi Zat-Zat Gizi Bahan Makanan

Makanan yang seimbang harus memiliki kandungan zat-zat gizi berupa karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Karbohidrat, lemak, dan protein dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tubuh yang disebut makronutrien. Satuan yang digunakan adalah gram (gr). Untuk vitamin dan mineral dibutuhkan dalam jumlah kecil oleh tubuh yang disebut mikronutrien, satuan yang digunakan adalah milligram (mg), mikrogram (ug), dan satuan international (SI) atau international unit (IU). Tiap bahan makanan

mengandung beberapa jenis zat gizi dalam jumlah tertentu, serta zat gizi yang terkandung itu berbeda antara bahan makanan yang satu dengan bahan makanan yang lain (Tirtawinata, T.CH., 2006).

Secara garis besar, berikut fungsi ke-6 zat-zat gizi untuk keperluan tubuh adalah (Tirtawinata, T.CH., 2006) :

1. Zat gizi yang penting untuk produksi energi meliputi karbohidrat, lemak, dan protein. Energi ini sangat penting untuk berbagai aktivitas sehari-hari, mulai dari berjalan dan mandi hingga menulis, bekerja, berolahraga, dan melakukan berbagai tugas fisik. Selain itu, energi diperlukan untuk fungsi internal tubuh, yang mendukung kerja vital organ dan sistem. Oleh karena itu, karbohidrat, lemak, dan protein sering disebut sebagai zat penyedia energi.
2. Zat gizi yang menjalankan fungsi membangun tubuh, yaitu zat yang membentuk seluruh sel jaringan baru dalam tubuh untuk pertumbuhan dan penggantian jaringan yang rusak. Dalam hal ini, protein, vitamin, dan zat gizi mineral disebut zat pembangun.
3. Mengatur berbagai proses kimia dalam tubuh, termasuk mengatur keseimbangan cairan, mengatur rangsangan sel saraf, mendorong kerja enzim dan hormon, serta mengatur pembentukan tulang dan gigi merupakan peran protein, vitamin, dan zat gizi mineral. Zat gizi yang berperan dalam proses pengaturan ini disebut zat pengatur.

Selain ketiga fungsi diatas, zat-zat gizi juga berperan sebagai pembentuk kekebalan tubuh atau imunitas yang bertugas dalam mempertahankan tubuh terhadap serangan berbagai kuman dan penyakit. Apabila fungsi-fungsi zat gizi tadi berjalan dengan baik, maka akan menghasilkan kesehatan tubuh yang optimal.

Setiap bahan makanan mengandung beberapa jenis zat gizi dalam jumlah tertentu. Contoh pada beras yang mengandung karbohidrat banyak, tapi protein sedikit, dan vitamin B1 juga sedikit. Oleh karena itu, beras disebut sumber karbohidrat karena kaya akan karbohidrat. Ayam mengandung banyak protein, lemak sedikit, dan mineral sedikit, makanya ayam disebut sumber protein karena kaya akan protein. Buah-buahan dan sayur-mayur disebut sebagai

sumber vitamin dan mineral walaupun keduanya mengandung pula karbohidrat dan protein dalam jumlah sedikit.

Salah satu makanan pokok manusia adalah biji-bijian, seperti beras, gandum, dan lain-lain. Kandungan utama biji-bijian adalah karbohidrat yang merupakan sumber energi. Jika membandingkan beras merah dengan beras putih, maka akan diketahui bahwa beras merah lebih sedikit kandungan kalorinya, tetapi kandungan zat gizinya lebih banyak (Hiromi Shinya. 2018).

Didalam tubuh, energi hasil metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein, itu digunakan oleh tubuh sesuai dengan kebutuhannya. Energi yang dihasilkan itu berupa energi kimia ATP (Adenosin Tri Phospat). Energi kimia dapat pula diubah menjadi energi panas yang diperlukan untuk mempertahankan suhu badan. Sisa panas yang terbentuk dalam tubuh dikeluarkan ke alam sekitar (Tirtawinata, T.CH., 2006).

Proses metabolisme protein dimulai dengan katabolisme sumber makanan, baik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan, yang memecahnya menjadi asam amino penyusunnya. Asam amino ini kemudian mengalami proses anabolik, di mana mereka disusun kembali menjadi protein yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tubuh. Jalur metabolisme yang rumit ini sangat penting untuk pembentukan sel jaringan baru, yang berkontribusi pada pertumbuhan, perkembangan otot, dan pemeliharaan struktur tubuh dengan mengganti sel yang menua atau rusak. Lebih jauh lagi, protein memainkan peran penting dalam sistem kekebalan tubuh, memfasilitasi produksi antibodi yang melindungi tubuh dari berbagai macam penyakit. Mereka juga penting untuk pembentukan sel darah merah, serta berbagai enzim dan hormon yang mengatur berbagai fungsi fisiologis (Tirtawinata, T.CH., 2006).

Air memiliki peran penting dalam tubuh, berfungsi sebagai pelarut yang memperlancar distribusi nutrisi, hormon, dan enzim esensial. Selain itu, air berperan sebagai mekanisme transportasi penting untuk membuang sisa metabolisme, memastikan tubuh tetap seimbang dan sehat. Lebih jauh, dalam kaitannya dengan vitamin dan mineral, air berperan penting sebagai agen pengatur; air membantu pembentukan koenzim dan kofaktor yang mendukung aktivitas berbagai enzim dan hormon. Interaksi yang

rumit ini penting untuk kelancaran reaksi biokimia dan keseluruhan proses fisiologis yang menjaga kesehatan kita (Tirtawinata, T.CH., 2006).

10.2.2 Kualitas Bahan Makanan

Setiap zat gizi, baik makro maupun mikro, mempunyai manfaat yang berbeda untuk tubuh dan kesehatan. Kita harus fokus pada kategori makanan yang berkualitas atau *unprocessed*. Misal, baik ubi ungu maupun mie instan, sama-sama merupakan sumber karbohidrat, tetapi kualitasnya berbeda. Ubi ungu merupakan bentuk alami atau *real food* sementara mie instan merupakan sumber karbohidrat yang sudah melewati beberapa kali pengolahan (gandum menjadi tepung lalu tepung menjadi mie instan) dan mengandung bahan tambahan makanan. Begitu pula dengan sayur, ada sayur aman yang tumbuh di alam, adapula sayur berbahaya yang dipelihara dengan bahan kimia pertanian dan pupuk kimia.

Salah satu kunci hidup sehat yang paling berpengaruh besar bagi tubuh adalah makanan. Syarat makanan yang baik ada 2 yakni alami dan segar. Makanan alami adalah makanan yang berasal dari alam. Makanan yang segar dan busuk walaupun kalorinya sama, tetapi pada makanan segar banyak enzim yang terkandung. Makanan mulai teroksidasi pada saat proses pembusukan yang menyebabkan rasa makanan menjadi tidak enak. Semakin segar makanan, semakin banyak enzim yang terkandung, dan semakin lanjut proses oksidasi pada makanan, enzimnya pun semakin berkurang (Hiromi Shinya. 2018).

Banyak mengonsumsi aneka ragam makanan alami, seperti berbagai sumber karbohidrat, sayur dan buah yang berwarna-warni, tidak hanya memenuhi kebutuhan makro dan mikronutrien, tetapi juga mendapatkan berbagai jenis *phytonutrient* yang manfaatnya sangat banyak untuk kesehatan, diantaranya (Putri MJ. 2024) :

1. Melawan radikal bebas
2. Antiinflamasi
3. Meningkatkan sistem imun
4. Antikanker
5. Menjaga kesehatan saraf dan otak

6. Antiaging
7. Menjaga kesehatan jantung

Beberapa tips dalam mengonsumsi bahan makanan (Putri MJ. 2024) :

1. Tip konsumsi karbohidrat;
Pilih karbohidrat non olahan/ *real food* yang masih dalam bentuk aslinya. Makan sumber karbohidrat yang bervariasi. Lebih sering mengonsumsi karbohidrat kompleks
2. Tip konsumsi protein;
Pilih sumber protein non olahan/ *real food*. Hindari protein olahan atau kemasan. Makan variasi sumber protein hewani dan nabati
3. Tip konsumsi lemak;
Utamakan lemak tak jenuh untuk konsumsi sehari-hari. Hindari konsumsi makanan sumber lemak trans. Hindari menggunakan minyak goreng berulang atau berubah warna.

10.3 Diet Sehat

Diet merupakan ilmu yang mengatur tentang bagaimana perencanaan, persiapan, dan penyajian makanan untuk seseorang atau kelompok, sesuai dengan prinsip gizi dan manajemen yang disesuaikan dengan keadaan faktor ekonomi, sosial, dan psikologi. Dalam menjalankan diet, ada hal yang perlu diperhatikan antara lain porsi, ukuran, dan kandungan gizi makanan diatur sesuai kebutuhannya. Apabila menjalankan diet sesuai dengan prinsip dan syarat diet, maka dapat dicapai tujuan untuk mempertahankan status gizi ataupun membantu penyembuhan penyakit (Ninggar Diastiti, 2023).

Dalam kamus gizi pelengkap kesehatan keluarga tahun 2009, keluaran **PERSAGI**, Diet dapat dipahami sebagai upaya sadar untuk mengelola dan menyesuaikan kebiasaan makan seseorang, termasuk minuman, dengan tujuan meningkatkan kesehatan secara keseluruhan. Diet sering kali berfungsi sebagai pendekatan terapeutik untuk kondisi medis tertentu, yang memfasilitasi pemulihan yang lebih cepat. Jadi, penting untuk menyadari bahwa diet mencakup lebih dari sekadar penurunan berat badan; bagi

sebagian orang, diet mungkin juga melibatkan strategi untuk menambah berat badan yang sehat (Supariasa, IDN., dkk. 2019).

Tidak semua orang cenderung mengikuti diet yang disarankan, dan ada berbagai faktor yang menyebabkan keengganan ini. Orang-orang mungkin mengungkapkan kekhawatiran tentang rasa makanan, anggapan bahwa harga makanan yang direkomendasikan mahal, atau kepraktisan siapa yang akan bertanggung jawab untuk memasak dan menyiapkan makanan di rumah. Mengingat tantangan ini, penting bagi seorang ahli diet untuk membangun hubungan yang kuat dan mendukung dengan setiap orang yang bekerja sama dengannya.

Diet bukan mengurangi makan, tapi diet merupakan pola makan yang kita jalani sehari-hari dengan tujuan memberikan energi dan zat gizi bagi tubuh untuk mendukung fungsi tubuh kita. Memilih diet yang tepat tentunya sangat spesifik untuk masing-masing individu, tergantung jenis kelamin, usia, aktivitas fisik, dan kondisi tubuh masing-masing. Apakah tubuh memiliki alergi sehingga dalam dietnya harus mengeliminasi jenis makanan tertentu atau sedang flu sehingga harus mengonsumsi vitamin C lebih tinggi atau sedang menstruasi sehingga harus mengonsumsi sumber zat besi dari daging merah, hati ayam, dan sayuran hijau agar tubuh mendapat cukup zat besi untuk membuat sel-sel darah merah yang baru setelah kehilangan banyak darah (Putri MJ. 2024).

Dari banyak penelitian yang sudah ada, kemudian dijadikan dasar atau acuan untuk membuat panduan diet sehat. Terdapat 5 faktor yang dapat mempengaruhi seseorang terhadap pemilihan makanan yaitu kognisi (sikap, preferensi, pengetahuan), keterampilan dan perilaku, pola hidup, biologi, serta demografi (Story, M., et al. 2008).

Setiap jenis makanan pada kelompok makro gizi sebaiknya dikonsumsi secara bergantian, misalnya protein jangan cuma menyediakan ikan tapi variasikanlah dari telur, daging, tahu, kacang-kacangan, ayam, kambing dll. Begitupun dengan lemak dan karbohidrat, variasi jenis harus menjadi pertimbangan.

Negara kita, Indonesia, memiliki kampanye Sepuluh Pedoman Gizi Seimbang untuk membuat masyarakat memahami pola makan yang dianjurkan sekaligus sebagai pengganti kampanye

sebelumnya yang sangat populer dan sangat melekat di kalangan masyarakat, yaitu Empat Sehat Lima Sempurna. Perubahan ini sudah disesuaikan dengan publikasi gizi terbaru untuk menunjang kesehatan masyarakat Indonesia. Adapun Sepuluh Pedoman Gizi Seimbang memiliki banyak manfaat untuk memperbaiki pola makan dan kesehatan, mulai dari pemilihan bahan makanan, kebiasaan makan, hingga aktivitas fisik yang dianjurkan.

Menurut ilmu dasar gizi, semua jenis makanan apapun bisa dikonsumsi selama tubuh tidak memiliki gangguan kesehatan tertentu. Memulai diet artinya seseorang sudah siap berkembang dengan pola hidup baru yang pelan-pelan melebur dengan diri dan melahirkan pribadi yang baru, baik dalam bentuk fisik maupun mental (Yulia Baltschun, 2023).

10.3.1 Diet yang Benar

Dalam diet dasar, aturan utamanya adalah piramida gizi seimbang dengan konsep **Isi Piring Makanku** Komposisi makanannya sangat seimbang: separuhnya terdiri dari beragam sayuran dan buah berwarna-warni, sementara seperempatnya didedikasikan untuk lauk hewani atau nabati yang sehat, dengan penekanan pada pengurangan makanan olahan. Seperempat terakhir disediakan untuk karbohidrat kompleks, termasuk pilihan seperti nasi, jagung, dan umbi-umbian. Selain itu, penggunaan minyak, gula, dan garam dijaga pada tingkat sedang, memastikan bahwa bahan-bahan ini melengkapi daripada mendominasi profil nutrisi secara keseluruhan (Supariasa, IDN., dkk. 2019).

Makanan memiliki dua fungsi: memenuhi kebutuhan nutrisi kita sekaligus berperan penting dalam memfasilitasi proses penyembuhan selama sakit. Setelah itu, penyesuaian pola makan disesuaikan dengan penyakit tertentu dan status kesehatan individu. Hal ini dapat mencakup perubahan jumlah makanan yang dikonsumsi, modifikasi keseimbangan nutrisi, penyesuaian asupan kalori, atau bahkan perubahan tekstur makanan. Sangat penting bahwa pola makan yang direkomendasikan sesuai dengan keadaan unik orang tersebut dan keluarganya untuk memastikan kepatuhan yang berhasil (Suparisa, IDN., dkk. 2019).

Diet yang terbaik adalah pola diet yang bisa meraih *goal*-mu dan yang bisa memenuhi kebutuhan tubuhmu. Kebutuhan tubuh termasuk dalam jumlah kalori, jumlah makro dan mikro gizi, mineral dan berbagai kebutuhan lainnya. Jadi kalau saat menjalani suatu diet tertentu lalu kondisi tubuh terasa memburuk, misalnya jadi lesu, mudah mengantuk, menstruasi jadi terhambat, kondisi kesehatan menurun, mental ikut terganggu, bisa saja itu adalah upaya tubuh untuk memberikan sinyal bahwa ada yang tidak benar dengan pola diet (Yulia Baltschun, 2023).

Sampai sekarang, berbagai penelitian terus dilakukan, teori diet baru tiba-tiba bermunculan, jenis diet baru terus lahir dengan nama yang unik yang sebenarnya jika diurai mendalam, pada dasarnya keseluruhan diet selalu berakar dari landasan ilmu yang sama kalori masuk – kalori keluar, akarnya selalu sama. Teori dasar diet selalu didasari oleh kalori defisit yakni energi yang masuk harus lebih sedikit daripada energi yang digunakan (Yulia Baltschun, 2023).

Misalnya, energi yang dibutuhkan tubuh seseorang adalah 2.000 kkal, sedangkan kalori yang diperoleh dari makanan dan minuman totalnya cuma 1.500 kkal berarti untuk memenuhi kebutuhan yang 2.000 kkal tadi yang sisanya 500 kkal, maka tubuh akan mengurai cadangan lemak sebagai sumber energi.

Hal pertama yang harus dilakukan untuk memilih diet yang tepat adalah mengetahui kebutuhan kalori dan zat gizi, mengetahui kondisi tubuh, menentukan tujuan diet, dan menerapkan pola makan gizi seimbang. Jadi diet sebenarnya bukan tentang mengurangi makan, tapi tentang pola makan yang lebih baik (Putri MJ. 2024).

Kalori adalah satuan takaran energi yang biasa digunakan didalam ilmu kimia dan fisika. Selain energi didalam makanan, masih banyak energi ilmu sains. Dengan mempelajari dasarnya, kita bisa memiliki gambaran makanan mana yang kalorinya lebih tinggi, makanan mana yang proteinnya lebih tinggi sehingga lebih mudah memprediksi jumlah makanan yang sebaiknya dikonsumsi (Yulia Baltschun, 2023).

Konsep dasar diet adalah kalori defisit dan kalori surplus. kalori surplus adalah kalori yang masuk ke dalam tubuh lebih

banyak daripada yang dibutuhkan tubuh, sedangkan kalori defisit sudah diuraikan di paragraf sebelumnya. Perhitungan kebutuhan kalori antara lain dari *Basal Metabolik Rate* (BMR), *Total Daily Energy Expenditure* (TDEE), Anjuran Konsumsi Kalori/Hari. Orang yang menjalani diet sering terkecoh dengan angka BMR dan TDEE. BMR adalah jumlah energi (kalori) yang dibutuhkan tubuh untuk melangsungkan fungsi vitalnya, angkanya bervariasi sesuai umur dan ukuran tubuh. Secara sederhana, BMR hanyalah jumlah kalori yang dibutuhkan tubuh saat seseorang diam tanpa melakukan aktivitas apapun, makanya disebut juga *Resting Metabolik Rate* (RMR). Jika angka BMR tidak terpenuhi maka sistem kerja keseluruhan tubuh jadi terganggu. Selanjutnya TDEE adalah jumlah kebutuhan kalori harian yang diperoleh dari penambahan BMR + aktivitas fisik + *thermic effect of food* (TEF). Aktivitas fisik seperti berjalan, menaiki anak tangga, olahraga, dll. Untuk jenis makanan yang berbeda akan menghasilkan angka TEF yang berbeda juga. Jika ada 2 orang yang memiliki tinggi badan dan berat badan yang sama, belum tentu menghasilkan angka TDEE yang sama pula. Untuk angka BMR itu tidak perlu dikurangi lagi karena saat seseorang mengonsumsi kalori dibawah angka BMR maka tubuhnya akan memasuki fase kelaparan (*starvation*) (Yulia Baltschun, 2023).

Di masyarakat banyak yang suka memberikan label tertentu pada suatu jenis makanan tertentu yang bisa bikin gemuk ataupun kurus. Padahal semua jenis makanan bisa bikin gendut kalau dikonsumsi diatas TDEE dan semua jenis makanan bisa bikin kurus kalau dikonsumsi dibawah TDEE. Semua makanan memiliki manfaat dan efek samping masing-masing.

10.3.2 Peran Diet dalam Pencegahan Penyakit

Kualitas dan keamanan makanan dan minuman yang kita konsumsi sangat penting, termasuk kebersihan penjamah makanan dan kebersihan peralatan makan. Asupan nutrisi yang tidak mencukupi dapat menyebabkan kurangnya pemenuhan kebutuhan tubuh, yang dapat meningkatkan kerentanan terhadap berbagai penyakit menular. Penyakit-penyakit ini, pada gilirannya, dapat memperburuk status gizi seseorang. Di sisi lain, individu yang menderita penyakit menular sering mengalami peningkatan

metabolisme dan suhu tubuh, yang mengakibatkan peningkatan kebutuhan energi dan nutrisi. Namun, merupakan hal yang umum bagi individu-individu ini untuk mengalami penurunan nafsu makan, yang menyebabkan berkurangnya asupan nutrisi. Jika pola ini terus berlanjut dari waktu ke waktu, hal itu dapat secara signifikan membahayakan kesehatan gizi mereka secara keseluruhan (UNICEF, 1998).

Diet klinis diformulasikan dengan tujuan meringankan gejala dan membantu proses penyembuhan penyakit tertentu. Diet untuk pasien diabetes tentu akan berbeda dengan diet pasca operasi. Baik dari segi komposisi makanan, tekstur, maupun kandungan gizinya dirancang berbeda karena masing-masing penyakit atau gangguan kesehatan membutuhkan penanganan dan asupan zat gizi yang berbeda (Putri, MJ. 2024).

Dalam menghadapi masalah gizi, diperlukan adanya upaya untuk mengubah pola konsumsi makanan agar konsumsi zat-zat gizi sesuai dengan kebutuhan. Departemen Kesehatan RI mengeluarkan Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS) dengan visualisasi dalam bentuk Tumpeng Gizi Seimbang (TGS), Piring Makanku, Porsi Sekali Makan. Visual Piring Makanku menggambarkan anjuran makan sehat dimana separuh (50%) adalah makanan pokok dan lauk pauk, juga terdapat anjuran untuk minum air putih di setiap waktu makan. Tujuan pengembangan PUGS adalah untuk menawarkan pedoman komprehensif untuk nutrisi dan hidup sehat yang melayani individu di semua lapisan masyarakat. Pedoman ini didasarkan pada prinsip-prinsip dasar untuk menerapkan pola makan yang beragam, terlibat dalam praktik hidup bersih, memprioritaskan aktivitas fisik, dan mencapai serta mempertahankan berat badan yang sehat (Susetyowati, dkk. 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Asri, I. H., Lestarini, Y., dkk. 2021. Edukasi Pola Hidup Sehat di Masa Covid-19. *Jurnal Abdi Populika*, 2(1), 56-63. <https://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/abdipopulika/article/view/3105>.
- Tirtawinata, T.CH. 2006. *Makanan dalam Perspektif Al-Qur'an dan Ilmu Gizi*. Jakarta : Balai Penerbit FK UI.
- Bonnie Worthington-Roberts dan Sue Williams. 2000. *Nutrition Throught The Life Cycle*. Boston : Mc Graw-Hill.
- Khomsan. 2004. *Pangan dan Gizi untuk Kesehatan*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Ninggar Diastiti. 2023. *Diet Intermitteng Fasting*. Yogyakarta : Penerbit Anak Hebat Indonesia.
- Hiromi Shinya. 2018. *Terapi Enzim 7 Kunci Rahasia menuju Hidup Sehat dan Panjang Umur secara Alami*. Jakarta : PT. Gramedia.
- Putri MJ. 2024. *Diet Plan and Compact Kit Eat Better*. Jakarta : Bhumi Anoma.
- Supariasa, IDN., Dian Handayani, dkk. 2019. *Asuhan Gizi Klinik*. Jakarta : EGC.
- Story, M., Karen M. Kaphingst, et al. 2008. *Creating Healthy Food and Eating Environments : Policy and Environmental Approaches*. Annual Review of Public Health.
- Yulia Baltschun. 2023. *I Hate Diet*. Denpasar : PT. Anas Mahartha Indonesia.
- UNICEF. 1998. *The State of The Word's Children*. Oxford and New York. University Press.
- Susetyowati, dkk. 2019. *Peranan Gizi dalam Upaya Pencegahan Penyakit Tidak Menular*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

BIODATA PENULIS



Nur Indah Fitriana Ibrahim, S.Gz., M.GZ
Dosen Program Studi S1 Gizi
Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Persada Nabire

Penulis lahir di Nabire tanggal 31 Juli 1990. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi S1 Gizi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Persada Nabire. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Departemen Gizi Masyarakat di IPB University pada tahun 2012 dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Gizi lulus tahun 2023 di IPB University.

Riwayat Pekerjaan penulis yaitu penulis pernah menjadi petugas gizi di Puskesmas Yaro, Puskesmas Sanoba, dan Puskesmas Karang Tumaritis Kabupaten Nabire Papua Tengah sejak tahun 2013. Penulis Juga Memiliki pengalaman bekerja di Bidang Kesehatan Masyarakat Seksi Gizi Dinas Kesehatan Kabupaten Nabire Papua Tengah.

Penulis sampai saat ini menjadi pengampu pada mata kuliah Ilmu Bahan Makanan, Penilaian Status Gizi, Metabolisme Energi dan Zat Gizi Makro, Metabolisme Zat Gizi Mikro, Review Program Gizi, Dietetik Penyakit Infeksi dan Defisiensi, Dietetik Penyakit Tidak Menular, serta Magang Dietetik.

BIODATA PENULIS



Agus Hendra Al Rahmad, SKM, MPH

Dosen Jurusan Gizi, Poltekkes Kemenkes Aceh

Memulai karier dibidang ilmu gizi dan kesehatan masyarakat sejak 2005, yaitu sebagai tenaga gizi dibawah Lembaga Unicef. Penulis menyelesaikan Pendidikan Vokasi Gizi (D3 Gizi) tahun 2003, menyelesaikan studi S1 tahun 2009, dan S2 tahun 2013. Sebagai dosen tersertifikasi, penulis tentunya aktif dibidang Informasi dan Teknologi khusus bidang kesehatan. Juga mahir dalam melakukan analisis data melalui aplikasi Stata, Smart PLS, SPSS, R-Cmdr, EpiData. Aktif di organisasi profesi PERSAGI dan AIPVOGI. Terlibat sebagai Editor in Chief pada Jurnal AcTion: Aceh Nutrition Journal (Sinta 2), dan pada Jurnal SAGO Gizi dan Kesehatan (Sinta 3), serta terlibat sebagai Editor dan Reviewer pada beberapa jurnal Internasional dan Nasional lainnya. Tulisan kami seperti artikel ilmiah, buku dan lainnya dapat diakses pada profil Sinta (ID= 256989) dan Google Scholar (ID= Lm44JiMAAAAJ), termasuk telah menulis beberapa buku ajar dan referensi yang diterbitkan secara nasional.

Kedepannya, penulis akan terus berupaya meningkatkan kapasitas baik sebagai penulis buku ilmiah, sebagai peneliti maupun kepakaran dibidang Informasi dan Teknologi tentunya dalam mendukung sistem kesehatan digital.

Email Penulis: agus.hendra.alr@poltekkesaceh.ac.id

BIODATA PENULIS



Dr.Sudikno, SKM, MKM

Penulis lahir di Pekalongan tanggal 13 Juli 1970. Penulis adalah peneliti pada Pusat Riset Kesehatan Masyarakat dan Gizi, BRIN. Pendidikan S1 dan S2 diselesaikan pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia pada tahun 2005 dan 2010. Pendidikan S3 diselesaikan pada tahun 2017 di Pascasarjana IPB program studi Gizi Manusia.

BIODATA PENULIS



Widya Lestari Nurpratama, S.Gz., M.Gz.

Dosen Program Studi Sarjana Gizi
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Medika Suherman

Penulis lahir di Ciamis tanggal 21 April 1994. Penulis adalah dosen pada Program Studi Sarjana Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Medika Suherman. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Ilmu Gizi dari Universitas Jenderal Soedirman dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Gizi Manusia dari IPB University. Penulis mempunyai minat besar di bidang tulis menulis. Ketertarikan penulis terhadap ilmu gizi dimulai pada tahun 2021 silam, setelah penulis berhasil lulus dari sekolah pasca sarjana IPB University. Ketertarikan penulis dalam bidang ilmu gizi juga sebagai upaya untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis juga sebelumnya telah menulis buku tentang dasar-dasar ilmu gizi kemudian buku tentang gizi dan diet. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi terkait dengan ilmu gizi baik gizi masyarakat, gizi klinik dan gizi institusi. Selain itu, peneliti juga telah membuat buku saku dan video edukasi yang telah di HKI kan. Beberapa jurnal juga telah diterbitkan oleh penelitian sebagai penunjang untuk memberikan kontribusi terhadap dunia pendidikan khususnya terkait dengan ilmu gizi.

BIODATA PENULIS



Mursyid, S.Gz., M.Si

Dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian
Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Jambi

Lahir di Talang Duku tanggal 23 Oktober 1987. Saat ini merupakan dosen di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu Gizi di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Baiturrahim Jambi pada tahun 2010 dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu Pangan di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2014.

BIODATA PENULIS



Novita Condro, S.Pi., M.P.

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian, Kehutanan & Kelautan
Universitas Ottow Geissler Papua

Penulis lahir di Jayapura tanggal 28 November 1985. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Kehutanan & Kelautan Universitas Ottow Geissler Papua. Menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 Universitas Brawijaya bidang Teknologi Pangan dan saat ini penulis sedang menempuh Pendidikan doctoral Ilmu Pangan di Universitas Gadjah Mada. Penulis juga merupakan anggota aktif Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) cabang Papua.

BIODATA PENULIS



Afrinia Ekasari, S.TP.,M.Si

Email: afriniaekasari2014@gmail.com

Penulis lahir di Jakarta tgl 8 April 1983, telah menikah dan memiliki 3 orang anak. Menempuh pendidikan DIII jurusan Supervisor Jaminan Mutu Pangan, S1 Teknologi Pangan Universitas Djuanda, S2 Gizi Masyarakat Institut Pertanian Bogor (IPB). Penulis mengampu mata kuliah kimia, biologi, biokimia, teknologi pengolahan pangan dan Halal Food. Jumlah publikasi yang telah dihasilkan dari tahun 2019 – 2023 adalah 33 publikasi di jurnal nasional terakreditasi, jurnal internasional dan prosiding internasional. Penulis disamping menjadi dosen di prodi S1 Gizi juga menjadi kepala lembaga penelitian dan PKM di STIKes Mitra Keluarga.

BIODATA PENULIS



Rizka Fikrinnisa, S.Gz., M.P.H.

Dosen Program Studi Gizi
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi

Penulis lahir di Batang Hari tanggal 25 Juli 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Siliwangi. Menyelesaikan pendidikan S1 Gizi Kesehatan dan melanjutkan S2 minat utama Gizi dan Kesehatan Prodi Ilmu Kesehatan Masyarakat di Universitas Gadjah Mada. Penulis bekerja di Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Siliwangi. Penulis aktif sebagai pengurus Indonesia Sport Nutritionist (ISNA), anggota pada Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI) dan Asosiasi Dietisien Indonesia (ASDI).

BIODATA PENULIS

Erina Masri, SKM, M.Biomed

Dosen Program Studi Gizi

Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia

Penulis lahir di Padang tanggal 7 Februari 1982. Penulis adalah dosen LLDIKTI Wilayah X Kemdikbud, ditugaskan pada Program Studi Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Perintis Indonesia sejak tahun 2005 hingga sekarang. Menyelesaikan Pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat dan S2 pada Program Studi Biomedik konsentrasi Gizi Ibu dan Anak.

BIODATA PENULIS



Nurul Annisa, S.Gz., M.Kes

Dosen Program Studi S1 Gizi

Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Sulawesi Barat

Penulis lahir di Majene tanggal 27 Juli 1992. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Sulawesi Barat. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Ilmu Gizi dan melanjutkan S2 pada Jurusan Kesehatan Masyarakat konsentrasi Gizi di kampus yang sama yakni Universitas Hasanuddin. Penulis saat ini aktif sebagai anggota DPC PERSAGI Majene.

Sejak tahun 2020 hingga sekarang, penulis telah mengeluarkan 3 buku dan beberapa artikel ilmiah.