

EDITOR :
FLORIANUS H. M. MAWO
M FADHEL NURMIDIN

ILMU GIZI & KESEHATAN



ANDI FATWA TENRI AWARU | FITRI KOMALA SARI |
NATHASA KHALIDA DALIMUNTHE | NIKEN RAHMAH GHANNY
| ANDRA VIDYARINI | ANITATIA RATNA MEGASARI |
ALPINIA SHINTA PONDAGITAN | SRI SURYANI | YULI DWI SETYOWATI
| WIDYA ASIH LESTARI | ABY RIESTANTI |
KHARISMA NURUL FAZRIANTI RUSMAN

ILMU GIZI & KESEHATAN

Buku Ilmu Gizi dan Kesehatan disusun sebagai rujukan komprehensif mengenai peran gizi dalam menunjang kesehatan manusia sepanjang siklus kehidupan. Pembahasan meliputi konsep dasar ilmu gizi, zat gizi makro dan mikro, penilaian status gizi, kebutuhan gizi berdasarkan tahap kehidupan, serta hubungan gizi dengan imunitas, kesehatan mental, dan penyakit tidak menular. Buku ini juga menyoroti aspek terapi gizi medik, keamanan pangan, serta tren dan inovasi terbaru dalam bidang gizi. Di samping menekankan pentingnya gizi seimbang dalam pencegahan dan pengobatan penyakit, buku ini memberikan perspektif kritis terhadap masalah gizi di Indonesia, termasuk triple burden malnutrisi: stunting, obesitas, dan defisiensi zat gizi mikro. Dengan pendekatan interdisipliner yang menggabungkan ilmu biomedis, perilaku, serta kebijakan kesehatan, buku ini diharapkan menjadi panduan praktis bagi mahasiswa, tenaga kesehatan, peneliti, dan masyarakat umum dalam memahami, menerapkan, serta mengembangkan ilmu gizi untuk meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan masyarakat.



Yayasan Bina Lentera Insan



082195004053



info@ybli.or.id



Jl. Pandu Wori Lingk. II, Kelurahan
Pandua, Bunaken, Manado

ISBN 978-624-70886-22-2 (PDF)



9

786347

088222

ILMU GIZI DAN KESEHATAN

Andi Fatwa Tenri Awaru, S.Gz., M.Kes

Fitri Komala Sari, S.Tp., M.Sc

Nathasa Khalida Dalimunthe, S.Gz., M.Gz

Niken Rahmah Ghanny, S.Si., M.Biomed

Andra Vidyarini, S.Gz., M.Si

Anitatia Ratna Megasari, S.K.M., M.P.H

Alpinia Shinta Pondagitan, M.Kes

Sri Suryani, S.ST., M.Kes

Yuli Dwi Setyowati, SGz, MSi

Widya Asih Lestari, S.GZ., MKM

Aby Riestanti, S.Pd., M.P.H

Kharisma Nurul Fazrianti Rusman, M.K.M



Membawa Cahaya Kemanusiaan

ILMU GIZI DAN KESEHATAN

Penulis : **Andi Fatwa Tenri Awaru | Fitri Komala Sari | Nathasa Khalida Dalimunthe | Niken Rahmah Ghanny | Andra Vidyarini | Anitatia Ratna Megasari | Alpinia Shinta Pondagitan | Sri Suryani | Yuli Dwi Setyowati | Widya Asih Lestari | Aby Riestanti | Kharisma Nurul Fazrianti Rusman**

ISBN : **978-634-7088-22-2**

Editor : **Florianus H. M. Mawo
M Fadhel Nurmidin**

Penata Letak & Desain Sampul : **Lentera Pena**

Copyright © Yayasan Bina Lentera Insan, 2025

207 hlm, 15,5 x 23 cm

Cetakan Pertama, September 2025

Diterbitkan oleh

Yayasan Bina Lentera Insan

Jl. Pandu Wori Lingk. II, Kelurahan Pandu, Bunaken, Manado

Dicetak dan Distribusi oleh

PT Lentera Pena Indonesia

Cetakan Pertama, September 2025

Hak Penerbitan © 2025

Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun baik cetak, photoprint, microfilm, dan sebagainya.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku Ilmu Gizi dan Kesehatan ini dapat diselesaikan tepat waktu. Buku ini disusun sebagai panduan bagi pembaca untuk memahami ilmu gizi secara menyeluruh, khususnya dalam menjawab berbagai tantangan kesehatan yang muncul akibat perkembangan teknologi dan perubahan pola hidup masyarakat, termasuk pola makan yang kurang seimbang.

Buku ini disusun dengan pembahasan yang komprehensif, mencakup pembahasan mengenai zat gizi yang dibutuhkan tubuh beserta proses metabolismenya, prinsip-prinsip gizi dalam menentukan status gizi sepanjang siklus kehidupan, serta peran gizi dalam mengatasi berbagai permasalahan kesehatan. Diharapkan buku ini tidak hanya menjadi referensi bagi para profesional di bidang kesehatan, tetapi juga dapat dijadikan pedoman praktis oleh masyarakat umum dalam upaya meningkatkan kualitas kesehatan.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penulisan buku ini. Ucapan terima kasih juga kami tujukan kepada para pembaca yang menjadikan buku ini sebagai sumber rujukan dalam bidang gizi.

Kritik dan saran yang membangun selalu kami harapkan guna penyempurnaan di masa mendatang. Akhir kata kami ucapkan terima kasih.

Manado, September 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 Konsep Dasar Gizi & Kesehatan	1
A. Pendahuluan	1
B. Definisi dan Ruang Lingkup Ilmu Gizi	2
C. Zat Gizi	4
D. Konsep Kecukupan Gizi	8
E. Gizi dan Siklus Kehidupan	9
F. Masalah Gizi di Indonesia	11
Daftar Pustaka	15
BAB 2 Gizi Makro: Karbohidrat, Lemak, & Protein	17
A. Gizi Makro	17
B. Karbohidrat	17
C. Lemak	21
D. Protein	24
Daftar Pustaka	26
BAB 3 Mikronutrien: Vitamin & Mineral	28
A. Pendahuluan	28
B. Vitamin	29
C. Mineral	42
Daftar Pustaka	51
BAB 4 Air & Elektrolit	53
A. Air Sebagai Nutrisi Tubuh	53
B. Elektrolit Sebagai Nutrisi Tubuh	57
Daftar Pustaka	64
BAB 5 Penilaian Status Gizi	65
A. Definisi dan Tujuan Penilaian Status Gizi	65
B. Metode Penilaian Status Gizi	66
C. Klasifikasi Penilaian Status Gizi	71
D. Faktor yang Mempengaruhi Status Gizi	73
E. Tantangan dan Inovasi dalam Penilaian Gizi	76
Daftar Pustaka	77
BAB 6 Kebutuhan Gizi Berdasarkan Siklus Kehidupan	80
A. Konsep Gizi dalam Siklus Kehidupan	80
B. Gizi pada Masa Pra-Konsepsi	81

C.	Gizi pada Masa Kehamilan dan Menyusui	83
D.	Gizi pada Masa Bayi dan Balita	85
E.	Gizi pada Masa Usia Sekolah	87
F.	Gizi pada Masa Remaja	89
G.	Gizi pada Masa Dewasa	90
H.	Gizi pada Masa Usia Lanjut	92
	Daftar Pustaka	94
BAB 7 Gizi dalam Penyakit & Terapi Gizi Medik		97
A.	Peran Gizi dalam Pencegahan dan Pengobatan Penyakit	97
B.	Prinsip Dasar Terapi Gizi Medis dalam Penyakit	98
C.	Terapi Gizi Penyakit Diare	99
D.	Terapi Gizi Penyakit Hipertensi	101
E.	Terapi Gizi Penyakit Jantung	103
F.	Terapi Gizi Penyakit Gagal Ginjal Akut	105
G.	Terapi Gizi Penyakit Diabetes Melitus	106
	Daftar Pustaka	109
BAB 8 Gizi & Imunitas Tubuh		111
A.	Imunitas Tubuh	111
B.	Sistem Imun Tubuh Manusia	112
C.	Peran Zat Gizi Terhadap Infeksi dan Sistem Imun	115
D.	Alergi Makanan	115
E.	Tipe Alergi	117
F.	Patogenesis Alergi	118
G.	Kekurangan Gizi dan Status Imun	118
H.	Terapi Imunonutrisi	120
	Daftar Pustaka	122
BAB 9 Gizi & Kesehatan Mental		123
A.	Definisi Gizi Dan Kesehatan Mental	123
B.	Interaksi antara Gizi dan Fungsi Otak	125
C.	Peran Zat Gizi kepada Kesehatan Mental	127
D.	Gangguan Mental dan Gizi	132
	Daftar Pustaka	135
BAB 10 Gizi & Penyakit Tidak Menular		139
A.	Pangan, Gizi, dan Penyakit Tidak Menular (PTM)	139
B.	Faktor Risiko PTM	140
C.	Penyakit Tidak Menular di Indonesia	141

D. Program Pengendalian PTM di Indonesia.....	163
Daftar Pustaka	165
BAB 11 Keamanan Pangan & Gizi.....	172
A. Konsep Dasar Keamanan Pangan	172
B. Masalah dalam Keamanan Pangan.....	174
C. Kebijakan dan Regulasi tentang Keamanan Pangan....	179
D. Pangan Aman dan Gizi Optimal	180
E. Tantangan Dan Isu Keamanan Pangan Masa Kini .	181
Daftar Pustaka	183
BAB 12 Tren & Inovasi dalam Ilmu Gizi	184
A. Tren dalam Ilmu Gizi	184
B. Inovasi dalam Ilmu Gizi	186
C. Refleksi Tren dan Inovasi dalam Ilmu Gizi Masa Kini dan Masa Depan	188
D. Dampak dan Manfaat Tren dan Inovasi dalam Ilmu Gizi.....	190
E. Sikap, Tantangan, dan Peluang dalam Tren dan Inovasi Ilmu Gizi.....	191
Daftar Pustaka	194
TENTANG PENULIS.....	196

BAB 1

Konsep Dasar Gizi & Kesehatan

Andi Fatwa Tenri Awaru, S.Gz., M.Kes

A. Pendahuluan

Gizi merupakan fondasi utama bagi kesehatan dan pembangunan manusia di setiap tahap kehidupan. Asupan gizi yang baik berperan dalam meningkatkan kesehatan manusia, memperkuat sistem kekebalan tubuh, mendukung kehamilan dan persalinan yang aman, menurunkan risiko penyakit tidak menular seperti diabetes dan penyakit jantung, serta memperpanjang usia harapan hidup. Anak-anak dengan status gizi baik cenderung memiliki kemampuan belajar yang lebih optimal, sementara orang dewasa yang bergizi baik lebih produktif dan memiliki peluang lebih besar untuk memperbaiki kualitas hidup serta memutus rantai kemiskinan dan kelaparan (WHO, 2025).

Dinamika kehidupan modern yang terus berkembang menyebabkan berbagai perubahan dalam kehidupan. Perubahan yang terjadi seperti lingkungan, ketersediaan pangan, pertumbuhan populasi, dan kemajuan ilmu pengetahuan, secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi kesehatan manusia baik kondisi fisik, maupun respon emosional, serta kebutuhan maupun tujuan individu. Dengan demikian, manusia harus mampu menyesuaikan diri dengan konteks lingkungan yang terus berubah demi mempertahankan kesehatan dan keseimbangan hidupnya (Nix, 2017).

Kesehatan yang baik sama pentingnya dengan gizi yang baik, karena keduanya saling mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangan yang sehat. Untuk menjaga gizi yang baik, penting mencegah dan mengobati

penyakit infeksi agar tidak sering terjadi, tidak berlangsung lama, dan tidak terlalu parah. Semua orang perlu mendapat akses ke layanan kesehatan yang cukup agar bisa menjalani intervensi penting seperti imunisasi, pemeriksaan dan pengobatan penyakit infeksi (seperti diare, infeksi saluran pernapasan, campak, malaria, dan TBC), edukasi tentang kesehatan dan gizi, serta pemantauan pertumbuhan (WHO, 2000).

Dalam konteks ini, ilmu gizi dan layanan kesehatan perlu diarahkan tidak hanya untuk tujuan kuratif, tetapi juga untuk promosi kesehatan. Artinya, pendekatan yang diutamakan bukan semata-mata pengobatan penyakit, melainkan upaya aktif untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas hidup secara menyeluruh (WHO, 2000). Meskipun definisi “sehat” dan “sakit” dapat bervariasi tergantung pada sudut pandang individu, budaya, dan kondisi sosial, prinsip dasar dalam menjaga kesehatan tetap bertumpu pada konsumsi makanan bergizi seimbang dan pemenuhan zat gizi esensial (Nix, 2017).

B. Definisi dan Ruang Lingkup Ilmu Gizi

Ilmu gizi adalah cabang ilmu yang bersifat interdisipliner dan mempelajari secara komprehensif tentang makanan, zat gizi, serta unsur-unsur lain dalam pangan dan hubungannya dengan kesehatan manusia. Cakupan kajiannya sangat luas dan terus berkembang seiring kemajuan ilmu pengetahuan, sehingga panduan gizi yang dianggap ideal dapat mengalami perubahan secara dinamis dari waktu ke waktu (Brown et al., 2011).

Ilmu gizi berdiri di atas dua bidang ilmu utama. Ilmu hayat seperti biokimia dan fisiologi menjelaskan bagaimana gizi berhubungan dengan kesehatan fisik dan fungsi tubuh. Sementara itu, ilmu perilaku membantu dalam memahami bagaimana gizi berkaitan erat dengan kebutuhan psikososial manusia. Kedua aspek ini berperan secara bersamaan dalam kehidupan manusia. Tubuh manusia yang kompleks menjalankan reaksi kimia yang dikendalikan oleh zat gizi untuk mempertahankan fungsi dan keseimbangan (homeostasis). Sementara itu, pola makan

dan sikap terhadap makanan terbentuk dari interaksi sosial, budaya, dan pengalaman sejak dini, menjadikan gizi tidak hanya soal fisik tetapi juga aspek emosional dan sosial dalam kehidupan manusia (Schlenker & Roth, 2015).

Ilmu gizi manusia menjelaskan proses di mana organel sel, sel, jaringan, organ, sistem tubuh, hingga tubuh secara keseluruhan memperoleh dan memanfaatkan zat-zat yang dibutuhkan dari makanan (zat gizi) untuk menjaga integritas struktur dan fungsi tubuh. Untuk memahami bagaimana manusia memperoleh dan memanfaatkan makanan serta zat gizi—mulai dari tingkat molekuler hingga tingkat masyarakat—studi dan praktik gizi manusia melibatkan beragam cabang ilmu dasar maupun terapan. Disiplin ilmu tersebut mencakup biologi molekuler, genetika, biokimia, kimia, fisika, ilmu pangan, mikrobiologi, fisiologi, patologi, imunologi, psikologi, sosiologi, ilmu politik, antropologi, pertanian, farmakologi, komunikasi, hingga ekonomi.

Kajian tentang zat gizi yang merupakan dasar dari ilmu gizi mencakup hal-hal berikut (Gibney et al., 2013):

1. Struktur kimia dan fisik serta karakteristik dari setiap zat gizi.
2. Sumber pangan dari zat gizi tersebut, termasuk komposisi bahan makanan, serta bagaimana proses budidaya, panen, penyimpanan, pengolahan, dan penyajian memengaruhi kandungan dan nilai gizinya.
3. Proses pencernaan, penyerapan, transportasi dalam sirkulasi darah, dan penyerapan di tingkat sel, serta mekanisme regulasinya.
4. Metabolisme, fungsi, penyimpanan, dan ekskresi zat gizi tersebut.
5. Kebutuhan fisiologis terhadap zat gizi dalam kondisi sehat maupun sakit, serta dalam situasi khusus seperti kehamilan, menyusui, dan aktivitas fisik berat; termasuk variasi kebutuhan antar individu.
6. Interaksi zat gizi dengan nutrien lain, senyawa non-gizi (seperti fitokimia), antinutrien, dan obat-obatan.

7. Dampak dari kekurangan maupun kelebihan konsumsi zat gizi.
8. Penggunaan terapeutik dari zat gizi tertentu.
9. Faktor-faktor yang memengaruhi ketahanan pangan, keamanan pangan, dan akses terhadap makanan bergizi.

Saat ini telah dikenal lebih dari 50 zat gizi penting—termasuk asam amino dan asam lemak—dan banyak senyawa lain dalam makanan yang diyakini turut memengaruhi fungsi tubuh dan kesehatan manusia. Zat gizi tidak berdiri sendiri, kecuali dalam bentuk air atau sediaan farmasi tertentu. Di dalam makanan, saluran pencernaan, darah, dan sel, zat gizi saling berinteraksi satu sama lain. Oleh karena itu, kajian zat gizi sebaiknya tidak dilakukan secara terpisah, melainkan dalam konteks fungsional tubuh secara menyeluruh.

Studi ilmu gizi juga melibatkan pemahaman tentang bagaimana kebutuhan zat gizi ditentukan untuk kemudian dijadikan dasar rekomendasi asupan, serta bagaimana status gizi dinilai melalui data konsumsi, pengukuran antropometri, komposisi tubuh, indikator biokimia, dan tanda-tanda klinis kekurangan gizi (Gibney et al., 2013).

Gizi adalah tentang makanan yang dikonsumsi seseorang dan bagaimana tubuh menggunakannya. Ilmu gizi mencakup kumpulan pengetahuan ilmiah yang mengatur kebutuhan zat gizi untuk seluruh aspek kehidupan seperti pertumbuhan, aktivitas, reproduksi, dan pemeliharaan tubuh (Nix, 2017).

C. Zat Gizi

Makanan menyediakan energi (kalori) untuk menjalankan fungsi tubuh, seperti bernapas, menjaga suhu tubuh, dan melakukan aktivitas fisik. Kebutuhan akan kalori (energi), zat gizi, dan zat lainnya yang disediakan oleh makanan juga berperan penting untuk pertumbuhan dan kesehatan. Kalori adalah satuan ukuran untuk energi yang ditransfer dari makanan ke tubuh. Karena kalori merupakan satuan ukuran dan bukan zat yang benar-benar ada di dalam makanan, maka kalori tidak dikategorikan

sebagai zat gizi (Brown et al., 2011; Schlenker & Roth, 2015).

Zat gizi adalah zat kimia dalam makanan yang digunakan tubuh untuk berbagai fungsi yang mendukung pertumbuhan, pemeliharaan dan perbaikan jaringan, serta menjaga kesehatan secara berkelanjutan. Pada dasarnya, setiap bagian dari tubuh manusia dulunya berasal dari zat gizi yang dikonsumsi melalui makanan.

Makanan berperan sebagai sarana untuk membawa zat gizi ke dalam tubuh, namun yang dibutuhkan tubuh sebenarnya adalah senyawa kimia dan unsur dalam makanan tersebut—yaitu zat gizi. Tidak ada satu jenis makanan atau kombinasi makanan tertentu yang mutlak diperlukan untuk menjaga kesehatan, karena manusia telah bertahan hidup selama berabad-abad dengan berbagai jenis makanan sesuai ketersediaan dan budaya. Sekitar 50 zat gizi diketahui esensial bagi kehidupan dan kesehatan manusia, meskipun banyak senyawa lain masih diteliti dan berpotensi juga dianggap esensial (Schlenker & Roth, 2015). Dari sekian banyak zat gizi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan, sebagian harus diperoleh melalui makanan (dari pola makan), sementara sebagian lainnya dapat disintesis oleh tubuh (Brown et al., 2011).

Zat Gizi Esensial adalah zat gizi yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh, atau tidak dapat diproduksi dalam jumlah yang cukup, sehingga harus diperoleh dari makanan. Dalam konteks ini, “esensial” berarti wajib tersedia dalam pola makan (Brown et al., 2011). Zat gizi esensial mencakup makronutrien (karbohidrat, lemak, dan protein), mikronutrien (vitamin dan mineral), serta air. Makronutrien berfungsi sebagai sumber energi dan pembentuk jaringan tubuh, sementara mikronutrien yang dibutuhkan dalam jumlah kecil untuk membentuk struktur khusus dan mengatur proses tubuh. Air, meskipun sering dilupakan, adalah zat gizi penting yang menopang seluruh sistem kehidupan. Semua reaksi kimia dalam tubuh yang melibatkan zat gizi disebut metabolisme. Secara umum, zat gizi memiliki tiga fungsi utama (Schlenker & Roth, 2015):

1. menyediakan energi
2. membangun dan memperbaiki jaringan tubuh
3. mengatur proses metabolik untuk menjaga keseimbangan (homeostasis)

Makronutrien yang terdiri dari karbohidrat, lemak, dan protein dapat digunakan sebagai sumber energi. Namun karbohidrat dan lemak adalah sumber energi utama yang lebih disukai tubuh. Terdapat enam kategori zat gizi, yaitu (Brown et al., 2011):

1. Karbohidrat

Karbohidrat dalam makanan merupakan sumber utama energi panas dan tenaga. Hasil pemecahan karbohidrat dalam tubuh berupa glukosa yang menjadi "mata uang energi" utama. Glikogen adalah bentuk cadangan karbohidrat yang dapat digunakan dengan cepat saat glukosa dibutuhkan. Setiap gram karbohidrat menghasilkan 4 kilokalori (kcal), yang disebut *faktor bahan bakar*. Dalam pola makan seimbang, 45% - 65% dari total energi harian sebaiknya berasal dari karbohidrat, terutama dari karbohidrat kompleks (pati), dan sebagian kecil dari karbohidrat sederhana (gula). Serat juga termasuk karbohidrat kompleks, tetapi tidak menghasilkan energi. Meski demikian, serat tetap memiliki fungsi penting lainnya dalam tubuh.

2. Lemak

Lemak dari sumber hewani maupun nabati adalah sumber energi cadangan yang lebih pekat dibandingkan karbohidrat, dengan faktor bahan bakar sebesar 9 kkal per gram. Lemak dianjurkan untuk tidak menyumbang lebih dari 20% hingga 35% dari total asupan energi. Lemak juga mengandung asam lemak esensial yang penting bagi kesehatan. Lemak jenuh adalah bentuk lemak yang kurang sehat, sehingga sebagian besar lemak yang dikonsumsi sebaiknya berupa lemak tidak jenuh.

3. Protein

Fungsi utama protein adalah untuk membangun dan memelihara jaringan tubuh. Namun, bila asupan energi dari karbohidrat dan lemak tidak mencukupi,

protein juga dapat digunakan sebagai sumber energi. Setiap gram protein menghasilkan 4 kkal, dan bisa menyumbang 10% hingga 35% dari total kebutuhan energi harian dalam pola makan sehat.

4. Mineral

Mineral membantu membangun jaringan dengan fungsi spesifik. Kalsium dan fosfor, misalnya, memperkuat tulang dan gigi. Zat besi (iron) adalah komponen hemoglobin yang mengikat oksigen untuk dibawa ke sel dan membawa karbon dioksida kembali ke paru-paru. Mineral bertindak sebagai *kofaktor* untuk mengontrol metabolisme sel. Contohnya, zat besi berperan dalam enzim mitokondria sel yang menghasilkan dan menyimpan energi.

5. Vitamin

Vitamin adalah molekul kompleks yang dibutuhkan dalam jumlah sangat kecil, tetapi penting bagi fungsi jaringan tertentu. Misalnya, vitamin C membantu membentuk jaringan ikat antarsel dan mencegah perdarahan jaringan, sedangkan vitamin A diperlukan dalam sel batang dan kerucut mata untuk melihat dalam cahaya redup. Banyak vitamin menjadi bagian dari sistem enzim sel yang mengatur reaksi pembentukan energi dan sintesis senyawa penting. Misalnya, tiamin (vitamin B1) membantu pelepasan energi untuk aktivitas sel, sedangkan vitamin B12 dibutuhkan untuk pembentukan dan pematangan sel darah merah.

6. Air

Air membentuk darah, getah bening, dan cairan antar sel yang berfungsi mengangkut zat gizi ke sel dan membuang sisa metabolisme. Air juga berperan penting dalam mengatur metabolisme dengan menyediakan lingkungan cair bagi berlangsungnya semua reaksi kimia tubuh.

Zat gizi nonesensial terdapat dalam makanan dan digunakan oleh tubuh, tetapi tidak harus dikonsumsi melalui makanan. Contoh zat gizi nonesensial seperti

kolesterol, kreatin, dan glukosa. Banyak zat kimia bermanfaat yang berasal dari tumbuhan juga tidak dikategorikan sebagai zat gizi esensial, namun tetap memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan. Setiap manusia memerlukan kelompok zat gizi esensial yang sama, tetapi jumlah yang dibutuhkan dapat berbeda-beda tergantung pada faktor-faktor berikut (Brown et al., 2011):

1. Usia
2. Ukuran tubuh
3. Jenis kelamin
4. Sifat genetik
5. Pertumbuhan
6. Penyakit/riwayat medis
7. Kebiasaan gaya hidup (misalnya merokok, konsumsi alkohol)
8. Kehamilan dan menyusui
9. Penggunaan obat-obatan

D. Konsep Kecukupan Gizi

Menurut *Food and Nutrition Board* (FNB) dari *Institute of Medicine* (IOM), mengonsumsi beragam jenis makanan diyakini dapat mencukupi kebutuhan zat gizi secara keseluruhan. Pola makan yang bervariasi tidak hanya membantu memenuhi asupan zat gizi esensial, tetapi juga meningkatkan kemungkinan seseorang memperoleh senyawa fungsional dalam makanan yang meskipun tidak diklasifikasikan sebagai zat gizi, memiliki efek biologis yang dapat memengaruhi kesehatan dan risiko terhadap penyakit (Institute of Medicine, 2000).

Kecukupan gizi merupakan konsep penting dalam ilmu gizi yang mengacu pada jumlah zat gizi yang perlu dikonsumsi seseorang setiap hari agar tubuh dapat menjalankan fungsinya secara optimal. Kebutuhan ini tidak bersifat seragam, melainkan ditentukan oleh berbagai faktor seperti usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, status kesehatan, serta kondisi khusus seperti kehamilan atau menyusui. Di Indonesia, angka kecukupan gizi (AKG) yang digunakan sebagai acuan mencakup kebutuhan harian untuk makronutrien (seperti karbohidrat, protein, dan lemak), mikronutrien (seperti vitamin

dan mineral), serta air. Tujuan dari pedoman ini bukan hanya untuk mencegah kekurangan gizi, tetapi juga untuk menghindari kelebihan asupan yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti obesitas atau penyakit metabolik. Dengan memahami dan menerapkan konsep kecukupan gizi, seseorang dapat menjaga keseimbangan zat gizi dalam tubuh dan mendukung kualitas hidup yang lebih sehat (Institute of Medicine, 2000; Kementerian Kesehatan RI, 2019).

Kebutuhan zat gizi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kebutuhan metabolik dan bioavailabilitas. Kebutuhan metabolik mencakup:

1. usia, jenis kelamin, ukuran tubuh;
2. gaya hidup (merokok, obesitas, aktivitas fisik, dll.);
3. penyakit, misalnya demam, katabolisme;
4. trauma;
5. pertumbuhan.

Sementara bioavailabilitas, mencakup:

1. perubahan penyerapan, misalnya kalsium dari susu lebih mudah diserap dibanding kalsium non-susu;
2. penurunan pemanfaatan;
3. kehilangan zat gizi, seperti akibat diare, luka bakar, atau penyakit ginjal;
4. faktor lingkungan, seperti pemanasan makanan yang mengurangi kandungan zat gizi;
5. penggunaan obat, misalnya diuretik;
6. konsentrasi zat gizi dalam makanan;
7. interaksi antar zat gizi dalam makanan;
8. interaksi antara obat dan zat gizi.

E. Gizi dan Siklus Kehidupan

Dalam kehidupan manusia, siklus hidup berkaitan erat dengan proses tumbuh kembang. Keduanya terjadi secara bersamaan dan saling melengkapi di setiap tahap kehidupan manusia. Proses tumbuh kembang dimulai sejak terbentuknya embrio dan diferensiasi sel pada masa kehamilan, kemudian berlanjut hingga bayi dilahirkan dan tumbuh menjadi manusia dewasa.

Tahapan dalam siklus kehidupan ini meliputi: masa kehamilan, menyusui, bayi, balita, usia sekolah, remaja,

dewasa, dan lanjut usia. Pada tahap usia tertentu, terjadi puncak pertumbuhan, di mana sel-sel dalam tubuh terbentuk lebih banyak daripada yang rusak atau terurai. Masa pertumbuhan tercepat dalam siklus kehidupan manusia terjadi pada bayi dan remaja. Sebagai contoh, berat badan bayi yang sehat dapat meningkat hingga 300% pada usia satu tahun. Sedangkan pada masa remaja, berat badan meningkat sekitar 50% dan tinggi badan bertambah sekitar 20%. Setelah melewati puncak pertumbuhan ini, proses penuaan (aging) dimulai yang ditandai dengan jumlah sel yang rusak melebihi sel yang terbentuk (Pritasari et al., 2017).

Gizi yang baik selama kehamilan berdampak besar pada kesehatan ibu dan bayi, bahkan setelah masa reproduksi ibu berakhir. Kini, konsep “gizi dalam kandungan” mencakup tidak hanya riwayat kesehatan dan gizi ibu, tetapi juga status gizi ayah dan kualitas sperma sebelum pembuahan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kondisi janin dalam kandungan memiliki pengaruh jangka panjang yang jauh lebih besar daripada yang sebelumnya diperkirakan.

Membentuk kebiasaan makan sehat sejak masa kanak-kanak dapat mengurangi risiko munculnya perilaku makan yang tidak sehat di kemudian hari. Meski pengaruh gizi terhadap angka kesakitan dan kematian sering kali tidak terlihat hingga usia dewasa, penerapan pola makan sehat sejak dini penting untuk mencegah penyakit degeneratif yang biasanya muncul di usia lanjut.

Pada masa dewasa awal, mulai terjadi berbagai perubahan yang dapat menjadi cikal bakal penyakit kronis atau penyakit degeneratif seiring bertambahnya usia. Kecepatan munculnya perubahan ini dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, asupan gizi, kesehatan saluran pencernaan, serta fungsi sistem imun.

Dengan semakin bertambahnya jumlah lansia, kebutuhan untuk memperluas data dan pemahaman tentang kebutuhan gizi pada kelompok usia ini menjadi semakin penting. Meski sudah diketahui bahwa kebutuhan energi menurun seiring bertambahnya usia, informasi mengenai apakah kebutuhan zat gizi tertentu ikut meningkat atau

menurun masih terbatas. Oleh karena itu, mengidentifikasi kebutuhan gizi yang berbeda di setiap tahap usia lanjut menjadi semakin krusial (Mahan & Raymon, 2017).

F. Masalah Gizi di Indonesia

Salah satu faktor utama penyebab masalah gizi di Indonesia adalah pola konsumsi makanan yang belum sesuai dengan rekomendasi gizi serta praktik pemberian makan yang kurang memadai, ditambah dengan keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan dan gizi. Data menunjukkan bahwa tiga dari sepuluh bayi di bawah usia 6 bulan tidak menerima ASI eksklusif. Selain itu, dua dari lima anak balita tidak mengonsumsi beragam kelompok makanan sesuai anjuran, dan hanya sekitar 40 persen yang mendapatkan jumlah minimal asupan yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan optimal.

Masalah gizi juga berakar sejak masa kehamilan. Kekurangan asupan zat gizi pada ibu hamil serta infeksi yang dialami selama kehamilan berkontribusi terhadap gangguan pertumbuhan janin, yang tercermin dari data bahwa sekitar 6 persen bayi lahir dengan berat badan di bawah normal (<2500 gram).

Pada kelompok usia sekolah dan remaja, pola konsumsi juga mengkhawatirkan. Sekitar setengah dari anak-anak dan remaja mengonsumsi satu atau lebih minuman berpemanis setiap harinya, dan lebih dari 95 persen tidak memenuhi asupan buah dan sayur minimal (5 porsi per hari). Selain itu, lebih dari separuh remaja tidak melakukan aktivitas fisik secara cukup, yang berisiko memperburuk status kesehatan jangka panjang mereka (Unicef, 2022).

Indonesia masih menghadapi tantangan besar berupa tiga beban masalah gizi, yaitu kekurangan gizi (wasting dan stunting), kelebihan berat badan, serta defisiensi zat gizi mikro. Ketiganya terjadi secara bersamaan dan saling memperburuk kondisi kesehatan masyarakat.

1. Kekurangan Gizi

Stunting dan wasting merupakan dua bentuk kekurangan gizi akut dan kronis yang mencerminkan status gizi yang tidak optimal sejak masa kehidupan awal, termasuk selama kehamilan dan tahun-tahun pertama kehidupan anak. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh asupan zat gizi yang tidak mencukupi, penyakit infeksi berulang, atau gangguan kesehatan lainnya. Dampaknya bersifat serius dan jangka panjang, baik terhadap kesehatan, tumbuh kembang anak, maupun masa depan mereka secara keseluruhan.

Stunting ditandai dengan tinggi badan yang lebih rendah dari standar usianya akibat hambatan pertumbuhan linier kronis. Anak dengan stunting berisiko mengalami gangguan perkembangan fisik dan kognitif permanen yang sulit dipulihkan. Dampak stunting dapat berlangsung sepanjang hidup, bahkan memengaruhi generasi berikutnya melalui penurunan kapasitas kognitif, rendahnya prestasi pendidikan, penghasilan, dan produktivitas kerja, serta peningkatan risiko penyakit tidak menular pada usia dewasa.

Wasting, di sisi lain, merupakan kondisi gizi akut yang ditandai dengan berat badan yang rendah terhadap tinggi badan. Hal ini dapat terjadi akibat penurunan berat badan secara cepat atau kegagalan penambahan berat badan yang memadai. Anak dengan wasting memiliki daya tahan tubuh yang lemah, lebih rentan terhadap infeksi, dan memiliki risiko kematian yang lebih tinggi. Meskipun demikian, wasting dapat ditangani melalui intervensi medis dan nutrisi yang tepat.

Stunting dan wasting memiliki keterkaitan erat dengan faktor risiko dan penyebab yang serupa. Anak dengan wasting memiliki risiko tiga kali lipat untuk mengalami stunting, sementara anak yang sudah mengalami stunting memiliki risiko 1,5 kali lebih besar untuk mengalami wasting dibandingkan anak-anak dengan status gizi baik. Anak yang mengalami keduanya

sekaligus memiliki risiko kematian yang meningkat hingga 12 kali lipat.

Kondisi ini sering kali sudah dimulai sejak lahir. Sekitar 20–30% anak telah mengalami wasting atau stunting sejak lahir, termasuk mereka yang lahir dengan berat badan rendah. Hal ini menunjukkan pentingnya intervensi gizi sejak dini, khususnya dalam periode emas 1000 hari pertama kehidupan (dari konsepsi hingga usia 2 tahun), untuk mencegah konsekuensi jangka panjang terhadap pertumbuhan dan kualitas hidup individu. Stunting dan wasting bukan hanya berdampak pada individu, tetapi juga membawa konsekuensi serius bagi masyarakat dan pembangunan nasional (Unicef, 2023).

2. Kelebihan Berat Badan

Kelebihan berat badan dan obesitas yang sebelumnya dianggap sebagai masalah kesehatan khas negara berpenghasilan tinggi atau kelompok masyarakat kaya, kini justru berkembang pesat di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (LMIC), terutama di wilayah dengan PDB per kapita rendah dan kalangan rumah tangga berpendapatan rendah (Popkin et al., 2020).

Kelebihan berat badan dan obesitas merupakan faktor risiko utama yang berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kejadian penyakit tidak menular (PTM), seperti diabetes melitus tipe 2, penyakit kardiovaskular, stroke, dan beberapa jenis kanker (World Health Organization, 2004). Secara global, prevalensi kedua kondisi ini terus meningkat, terutama di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah. Saat ini, PTM menjadi penyebab lebih dari 70% kematian di seluruh dunia, dan sekitar tiga perempat dari angka tersebut terjadi di negara berpenghasilan rendah dan menengah (World Health Organization, 2025). Indonesia tidak luput dari tren ini, dengan beban penyakit tidak menular yang terus meningkat selama beberapa dekade terakhir, sehingga menuntut perhatian lebih terhadap pencegahan obesitas sejak usia dini.

Faktor risiko utama kelebihan berat badan dan obesitas mencakup berbagai aspek pada tingkat individu maupun lingkungan. Faktor risiko mencakup fase pra dan perinatal, berupa kekurangan atau kelebihan gizi pada perempuan usia subur hingga fase awal kehidupan, seperti praktik menyusui dan pemberian makanan pendamping ASI yang tidak optimal. Selain itu, faktor risiko di kemudian hari juga diperhitungkan, terutama yang berkaitan dengan pola makan tidak sehat dan kurangnya aktivitas fisik, yang berkontribusi terhadap meningkatnya prevalensi obesitas di berbagai kelompok usia (Unicef, 2024).

3. Defisiensi Zat Gizi Mikro

Kekurangan zat gizi mikro secara luas tercermin dari tingginya prevalensi anemia pada ibu, remaja, dan anak-anak. Hampir satu dari enam ibu mengalami kekurangan berat badan, sementara sekitar seperempat ibu hamil dan satu dari empat remaja putri menderita anemia—suatu kondisi di mana kadar sel darah merah tidak mencukupi untuk mendistribusikan oksigen secara optimal ke seluruh tubuh. Kondisi ini meningkatkan risiko terjadinya komplikasi kehamilan, termasuk kelahiran bayi dengan berat badan rendah, yang secara signifikan memperbesar kemungkinan anak mengalami stunting pada tahap pertumbuhan selanjutnya (Unicef, 2023).

Daftar Pustaka

- Brown, J. E., Isaacs, J. S., Krinke, U. B., Lechtenberg, E., Murtaugh, M. A., Sharbaugh, C., Splett, P. L., Stang, J., & Wooldridge, N. H. (2011). *Nutrition Through the Life Cycle, Fourth Edition* (4th ed.). Cengage Learning.
- Gibney, M. J., Lanham-New, S. A., Cassidy, A., & Vorster, H. H. (2013). Introduction to Human Nutrition. In *Sports Nutrition* (2nd ed., Vol. 19). Wiley-Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1002/9781118692318.ch1>
- Institute of Medicine. (2000). *Dietary reference intakes. Applications in dietary assessment: a report of the Subcommittees on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition*. National Academy Press.
- Kementerian Kesehatan RI. (2019). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia. In *Kemenkes RI*.
- Mahan, L. K., & Raymon, J. L. (2017). *Krause's Food & The Nutrition Care Process* (14th ed.). Elsevier Inc.
- Nix, S. (2017). Williams' Basic Nutrition and Diet Therapy. In *Elsevier Inc.* (15th editi). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1097/00000446-196608000-00043>
- Popkin, B. M., Corvalan, C., & Grummer-Strawn, L. M. (2020). Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *The Lancet*, 395(10217), 65–74. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32497-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32497-3)
- Pritasari, Damayanti, D., & Lestari, N. T. (2017). Gizi Dalam Daur Kehidupan. In *Kemenkes RI*.
- Schlenker, E. D., & Roth, S. L. (2015). *Williams' essentials of nutrition and diet therapy*. (10th ed.). Elsevier/Mosby,.
- Unicef. (2022). *Gizi: Mengatasi tiga beban malnutrisi di Indonesia*. <https://www.unicef.org/indonesia/id/gizi>
- Unicef. (2023). Menuju Masa Depan Indonesia Bebas Masalah Kekurangan Gizi. *Www.Unicef.Org*, 1–12.
- Unicef. (2024). Analisis Lanskap Kelebihan Berat Badan Dan

Obesitas Di Indonesia. *Unicef*.
https://www.unicef.org/indonesia/media/22496/file/Analisis_Lanskap_Kelebihan_Berat_Badan_dan_Obesitas_di_Indonesia:_Ringkasan_Temuan_Kunci.pdf

WHO. (2000). Nutrition for Health and Development. In *World Health Organization*.

WHO. (2025). *Nutrition*. https://www.who.int/health-topics/nutrition#tab=tab_1

World Health Organization. (2004). *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. 2002(May).

World Health Organization. (2025). *Noncommunicable diseases*.

BAB 2

Gizi Makro: Karbohidrat, Lemak, & Protein

Fitri Komala Sari, S.Tp., M.Sc

A. Gizi Makro

Tubuh manusia memerlukan makanan yang kaya akan zat gizi untuk berbagai fungsi tubuh, seperti menghasilkan energi, pertumbuhan, pembangun dan pemeliharaan tubuh, serta pengatur proses-proses dalam tubuh. Zat gizi yang esensial bagi tubuh dibagi menjadi zat gizi makro dan zat gizi mikro. Zat gizi makro terbagi menjadi karbohidrat, lemak, dan protein yang memiliki fungsi sebagai penghasil energy, pertumbuhan dan mempertahankan jaringan, serta regulasi proses tubuh. Fungsi utama zat gizi makro dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi Utama Zat Gizi Makro (Riaydi & Khomsan, 2015; Zimmerman & Snow, 2012)

Zat Gizi	Fungsi
Karbohidrat	- Sumber Energi - Sumber serat
Lemak	- Sumber Energi - Penyimpanan energi - Perbaikan sel
Protein	- Sumber Energi - Pertumbuhan dan Mempertahankan jaringan - Regulasi proses tubuh

B. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan zat gizi makro yang terdiri dari komponen karbon (C), hydrogen (H), dan oksigen (O). Sumber utama karbohidrat terdiri dari biji-bijian, buah-buahan, umbi-umbian terutama yang berpati seperti singkong, ubi jalar, maupun kentang. Sayuran juga merupakan sumber karbohidrat namun memiliki kadar yang lebih rendah. Karbohidrat dibagi menjadi dua

golongan besar, yaitu karbohidrat yang mudah diserap dan karbohidrat yang sulit untuk diserap. Karbohidrat yang mudah diserap biasanya disebut juga dengan gula sederhana terdiri dari monosakarida dan disakarida. Oligosakarida dan polisakarida yang memiliki lebih dari dua unit gula sederhana cenderung lebih sulit untuk dicerna dan diserap oleh tubuh. (Gropper et al., 2020; Zimmerman & Snow, 2012).

Karbohidrat diklasifikasikan berdasarkan berapa unit penyusunnya, dan dibagi menjadi:

1. Monosakarida (1 unit gula)
2. Disakarida (2 unit gula)
3. Oligosakarida (3-10 unit gula)
4. Polisakarida (>10 unit gula)

Dengan uraian sebagai berikut :

1. Monosakarida

Monosakarida merupakan unit terkecil dari karbohidrat dan tidak dapat dihidrolisis atau dipecah menjadi unit yang lebih kecil oleh enzim pencernaan. Monosakarida sering juga disebut dengan gula, terdiri dari glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Monosakarida dapat memiliki tiga hingga tujuh rantai karbon (triosa, tetrosa, pentosa, heksosa, dan heptosa), dan dapat memiliki gugus hidroksil seperti aldehida (aldosa) maupun keton (ketosa). Nama suatu monosakarida merupakan kombinasi dari gugus fungsional dan jumlah atom karbon. Contohnya, monosakarida dengan lima atom karbon dan memiliki gugus keton disebut ketopentosa; monosakarida enam atom karbon dengan gugus aldehida disebut aldohexosa (Gropper et al., 2020).

Secara umum, monosakarida dibagi menjadi tiga, glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Glukosa merupakan produk utama hidrolisis karbohidrat kompleks dalam sistem pencernaan dan merupakan gula yang umumnya berada dalam sistem peredaran darah. Glukosa dalam makanan merupakan gula yang paling mudah diserap oleh tubuh karena tidak perlu dipecah menjadi bentuk

yang lebih kecil. Fruktosa atau disebut juga dengan gula buah, merupakan gula sederhana yang biasa ditemukan pada madu maupun buah. Fruktosa memiliki rasa yang lebih manis dibandingkan gula sederhana yang lain. Galaktosa sangat jarang ditemukan dalam bentuk bebas di alam. Galaktosa didapatkan dari hasil hidrolisis disakarida yang ditemukan pada susu (laktosa) (Festi, 2018).

2. Disakarida

Disakarida terdiri dari dua unit monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosida. Disakarida yang umum terdapat dalam makanan yang dikonsumsi manusia antara lain maltosa, laktosa, dan sukrosa. Maltose terdiri dari dua unit glukosa yang berikatan pada ikatan $\alpha(1-4)$ glikosida. Maltose merupakan salah satu gula reduksi yang dapat ditemui pada minuman berbasis malt seperti beer. Laktosa secara natural dapat ditemui pada susu dan produk turunan susu. Laktosa tergolong sebagai gula reduksi yang terdiri dari glukosa dan galaktosa yang berikatan pada ikatan $\beta(1-4)$ glikosida. Sukrosa merupakan disakarida yang paling sering ditemui dan dikonsumsi manusia sebagai gula alami, seperti gula tebu. Sukrosa terdiri atas satu unit glukosa dan satu unit fruktosa yang terikat pada ikatan $\alpha(1-2)$ glikosida (Gropper et al., 2020).

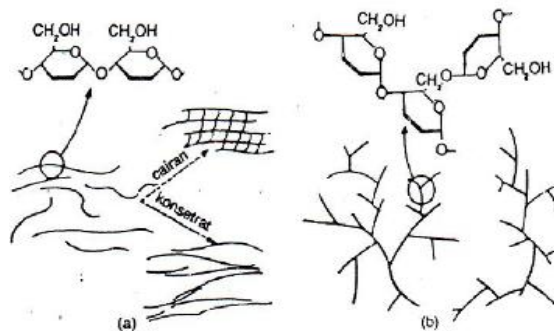
3. Oligosakarida

Oligosakarida merupakan karbohidrat kompleks yang terdiri dari 3-10 unit gula yang dapat berupa glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Oligosakarida secara alami terdapat pada kacang-kacangan, dedak padi, atau biji-bijian utuh. Oligosakarida tidak dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan manusia, melainkan oleh bakteri yang terdapat pada usus. Dekstrin merupakan salah satu jenis oligosakarida yang banyak ditemukan pada makanan dan terdiri dari 3-10 unit glukosa. Salah satu fungsi dekstrin dalam makanan adalah sebagai pengental, atau dalam label makanan lebih dikenal dengan maltodekstrin (Gropper et al., 2020).

4. Polisakarida

Polisakarida merupakan banyak unit monosakarida yang membentuk polimer glikosidik rantai panjang. Polisakarida dalam makanan dapat berupa pati yang dapat menjadi sumber energi, atau sebagai bahan pembentuk tekstur (selulosa, hemiselulosa, pektin, dan lignin) (Festi, 2018).

Pati merupakan bentuk polisakarida utama dalam tanaman pokok, seperti sereal dan umbi-umbian. Pati dapat diamati dalam dua bentuk yaitu amilosa dan amilopektin yang dapat mempengaruhi tekstur. Amilosa memiliki struktur molekul linear sementara amilopektin memiliki struktur bercabang. Semakin tinggi kandungan amilosa pada bahan pangan berpati (contohnya nasi), maka tingkat kekerasannya akan semakin tinggi dan semakin rendah kelengketannya (Festi, 2018; Syahbanu et al., 2023).



Gambar 2.1 (a) Amilosa (b) Amilopektin (Nisah, 2017)

Glikogen memiliki struktur mirip amilopektin namun lebih banyak cabangnya. Glikogen merupakan bentuk simpanan karbohidrat utama pada jaringan hewan dan manusia, biasanya terdapat pada otot dan hati (Festi, 2018; Gropper et al., 2020).

Selulosa merupakan komponen utama pada dinding sel tanaman. Selulosa tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan mamalia, termasuk manusia. Oleh karena itu, selulosa termasuk dalam serat dan tidak termasuk dalam sumber energi tubuh. Selulosa akan

dicerna oleh bakteri dalam usus besar dan menghasilkan asam lemak rantai pendek yang dapat berfungsi sebagai energi dalam tubuh. Selain itu, serat juga berperan penting dalam sistem pencernaan terutama untuk membantu melancarkan pencernaan (Gropper et al., 2020).

C. Lemak

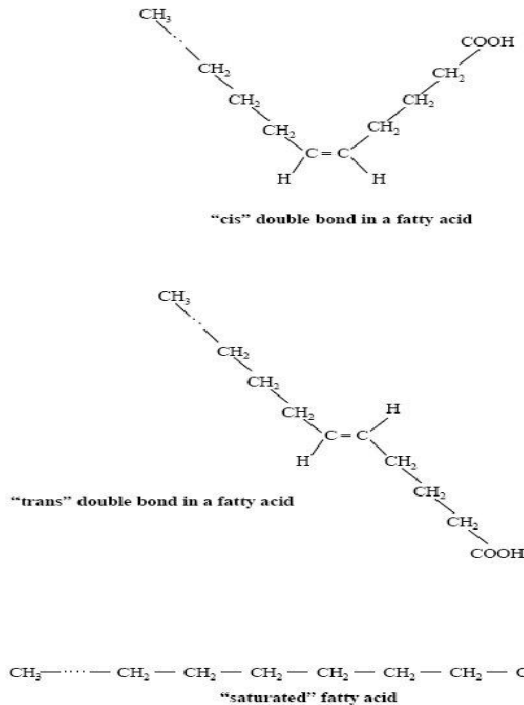
Sama halnya dengan karbohidrat, lemak merupakan zat gizi makro dengan energi sebesar 9 kkal/gram (Yosephin, 2018). Lemak atau dikenal dengan istilah lipida, mengandung unsur karbon (C), hydrogen (H), dan oksigen (O). Lemak bersifat tidak larut dalam air, namun larut dalam pelarut organik seperti benzena dan kloroform. Lemak memiliki fungsi sebagai sumber energy, pembawa vitamin larut lemak, sumber asam lemak esensial, sebagai pelindung bagian tubuh, pemberi rasa makanan, pemberi rasa kenyang, dan pemelihara suhu tubuh (Festi, 2018).

Lemak dibagi menjadi *simple lipid* dan *complex lipid*. *Simple lipid* adalah lemak dapat dipecah menjadi dua produk setelah dihidrolisis. Sementara bila produk lemak setelah dipecah melalui hidrolisis dan menghasilkan lebih dari dua produk, dikategorikan sebagai *complex lipid* (Gropper et al., 2020).

Asam lemak tersusun dari rantai hidrokarbon dengan ujung metil di satu sisi dan ujung asam karboksilat di sisi lain. Asam lemak dapat berdiri sendiri atau menjadi komponen dari *complex lipid*. Asam lemak dapat berupa asam lemak jenuh (*Saturated Fatty Acid*-tanpa ikatan ganda), maupun tidak jenuh (*Monounsaturated Fatty Acid*-satu ikatan ganda dan *Polyunsaturated Fatty Acid*-lebih dari satu ikatan ganda). Ikatan ganda pada asam lemak dapat berupa ikatan cis maupun trans. Ikatan isomer cis, molekul akan berbentuk U. Sementara pada ikatan isomer trans, molekul akan berbentuk lurus (Gambar 2.2).

Sebagian besar asam lemak tak jenuh yang terjadi alami memiliki konfigurasi cis, meskipun bentuk trans juga muncul dalam beberapa minyak tumbuhan dan produk susu. Asam lemak trans juga dapat terbentuk akibat proses

hidrogenasi pada pembuatan minyak goreng, atau proses pemadatan minyak nabati dalam proses pembuatan margarin (Gropper et al., 2020).



Gambar 2.2 Konfigurasi Cis dan Trans Pada Asam Lemak Tak Jenuh Serta Konfigurasi Asam Lemak Jenuh (Gladding & Benatar, 2007)

Berdasarkan panjang rantainya, asam lemak dibedakan menjadi :

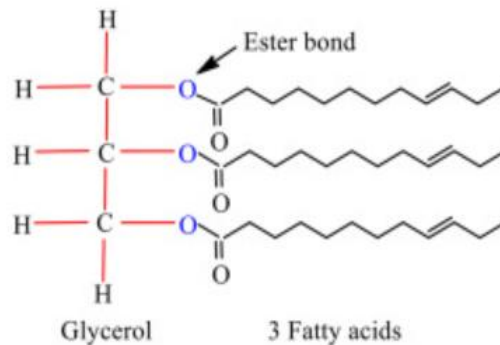
1. Asam lemak rantai pendek (*Short Chain Fatty Acid/SCFA*) yang terdiri atas 2-6 rantai karbon. Contoh: asam butirat
2. Asam lemak rantai medium (*Medium Chain Fatty Acid/MCFA*) yang terdiri atas 8-10 rantai karbon. Contoh: asam kaproat
3. Asam lemak rantai panjang dengan ≥ 12 rantai karbon. Contoh: asam palmitat, asam oleat, asam laurat, dan asam linoleat.

Berdasarkan klasifikasinya, lemak dibedakan menjadi:

1. Lemak sederhana, terdiri dari monogliserida, digliserida, trigliserida, serta ester lemak
2. Lemak majemuk/*compound lipids*, terdiri dari fosfolipida dan lipoprotein
3. Lemak turunan/*derived lipids* yang terdiri dari asam lemak, sterol (kolesterol, egosterol, hormon steroid, vitamin D, garam empedu), dan lemak turunan (vitamin A, D, E, K) (Mardalena, 2021).

Berdasarkan ikatan kimia, lemak dikelompokkan menjadi:

1. Trigliserida merupakan lemak yang ditemukan dalam jaringan adiposa dan dipergunakan sebagai energy. Trigliserida mencakup 95% lemak dalam makanan. Struktur trigliserida terdiri dari gliserol yang mengikat tiga asam lemak melalui ikatan ester (Gambar 2.3)



Gambar 2.3 Struktur Trigliserida (Shahruzzaman et al., 2022)

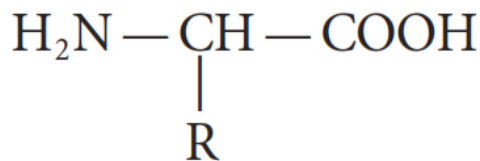
2. Fosfolipid merupakan lemak yang mengandung fosfat, biasanya menjadi struktur dasar pada membrane sel. Fosfolipid bersifat amfipatik atau memiliki dua sifat, yaitu hidrofobik (tidak suka air/non polar) di satu sisi dan hidrofilik (suka air/polar) di sisi lain dalam satu molekul. Fosfolipid berperan sebagai pengemulsi dan mengikat komponen lemak sehingga dapat beredar dalam darah (Gropper et al., 2020; Mardalena, 2021).

3. Sterol merupakan molekul kompleks yang atom karbonnya membentuk struktur siklik empat rantai dan satu gugus hidroksil. Sterol tidak mengandung molekul gliserol atau asam lemak. Contoh sterol antara lain kolesterol, garam empedu, asam empedu, dan fitosterol (Gropper et al., 2020; Mardalena, 2021).

D. Protein

Protein merupakan salah satu gizi makro yang ditemukan dalam jumlah besar dalam tubuh. Protein merupakan penyusun bagian tubuh sebanyak 1/5 bagian yang terbagi di otot, tulang dan tulang rawan, jaringan bawah kulit, dan cairan tubuh. Selain itu, protein juga merupakan penyusun enzim, hormone, dan pengangkut zat-zat gizi (Gropper et al., 2020; Mardalena, 2021). Protein memiliki berbagai fungsi, yaitu sebagai sumber energy, memperbaiki jaringan tubuh yang rusak dan membangun jaringan baru, membantu pembentukan antibody, berperan dalam sekresi tubuh, mengatur proses osmotik, mengatur keseimbangan asam dan basa dalam tubuh (Rokhmah et al., 2022).

Protein merupakan rantai panjang asam amino. Asam amino memiliki karbon sentral (C), paling tidak satu gugus amino (-NH₂), paling tidak satu gugus karboksil (-COOH), dan satu gugus rantai samping (R). Gugus R merupakan unsur pembeda antar asam amino, yang membedakan ukuran, bentuk, muatan, polaritas, dan aktivitas protein (Rokhmah et al., 2022). Struktur dasar asam amino dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Asam Amino (Gropper et al., 2020)

Asam amino dapat diklasifikasikan berdasarkan muatan, polaritas, maupun kebutuhan dalam tubuh dalam

mensintesis. Berdasarkan kemampuan tubuh mensintesis, asam amino dibagi menjadi asam amino esensial dan non esensial. Esensial berarti tidak dapat disintesis oleh tubuh dan harus dipenuhi dari makanan yang dikonsumsi. Sementara non esensial berarti tubuh dapat mensintesis asam amino dari pemecahan jaringan yang rusak (Rokhmah et al., 2022).

Tabel 2.1 Asam Amino Esensial dan Non Esensial

Asam Amino Esensial	Asam Amino Non Esensial
Fenilalanin	Alanin
Arginin	Asam Aspartat
Histidin	Asam Glutamat
Isoleusin	Asparagin
Leusin	Glutamin
Lisin	Glisin
Treonin	Prolin
Metionin	Sistein
Valin	Serin
Triptofan	Tirosin

Berdasarkan struktur susunan molekul, protein diklasifikasikan sebagai protein fibriler dan protein globular. Protein fibriler berbentuk serabut, sulit larut dalam air, dan tahan terhadap enzim pencernaan. Contoh protein fibriler antara lain adalah kolagen, keratin, dan elastin. Protein globular adalah protein yang berbentuk bulat, mudah larut dalam air, dan mudah terdenaturasi. Contoh protein globular adalah albumin (Rokhmah et al., 2022).

Berdasarkan kualitas gizi, protein diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Protein Tidak Lengkap. Protein dikatakan tidak lengkap bila tidak mengandung asam amino esensial yang mencukupi dari jenis dan jumlahnya, sehingga tidak dapat dipergunakan sebagai pembangun dan perbaikan tubuh.
2. Protein Lengkap. Protein ini mengandung semua asam amino esensial yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah dan jenis yang tepat sehingga dapat dipergunakan dalam pertumbuhan normal (Rokhmah et al., 2022).

Daftar Pustaka

- Festi, P. (2018). *Buku Ajar Gizi dan Diet*. UM Surabaya Publishing.
- Gladding, P., & Benatar, J. R. (2007). Trans fats in New Zealand: time for labelling regulations? *The New Zealand Medical Journal*, 120(1265).
- Gropper, S. S., Smith, J. L., & Carr, T. P. (2020). *Advanced Nutrition and Human Metabolism Eighth Edition*. Cengage. https://doi.org/10.5005/jp/books/18033_9
- Mardalena, I. (2021). *DASAR-DASAR ILMU GIZI Konsep dan Penerapan pada Asuhan Keperawatan*. PUSTAKA BARU PRESS.
- Nisah, K. (2017). Study Pengaruh Kandungan Amilosa dan Amilopektin Umbi-umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer Glicerol. *Jurnal Biotik*, 5(2), 106–113.
- Riaydi, H., & Khomsan, A. (2015). *Gizi dan Kesehatan Keluarga* (3rd ed.). Universitas Terbuka.
- Rokhmah, L. N., Setiawan, R. B., Purba, D. H., Anggraeni, N., Suhendriani, S., Faridi, A., Hapsari, M. W., Kristianto, Y., Hasanah, L. N., Argaheni, N. B., Anto, Handayani, T., & Rasmaniar. (2022). *Pangan dan Gizi*. Yayasan Kita Menulis.
- Shahruzzaman, M., Hossain, S., Ahmed, T., Kabir, S. F., Islam, M. M., Rahman, A., Islam, M. S., Sultana, S., & Rahman, M. M. (2022). Chapter 7 - Biological macromolecules as antimicrobial agents. In *Biological Macromolecules Bioactivity and Biomedical Applications*. AP-Academic Press.
- Shahbanu, F., Napitupulu, F. I., Septiana, S., & Aliyah, N. F. (2023). Struktur pati beras (*Oryza sativa* L.) dan mekanisme perubahannya pada fenomena gelatinisasi dan retrogradasi. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(4), 755–767. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i4.15315>
- Yosephin, B. (2018). *Tuntunan Praktis Menghitung Kebutuhan Gizi*. Andi.

Zimmerman, M., & Snow, B. (2012). An introduction to Nutrition. In *Industrial and Commercial Training* (Vol. 10, Issue 1).

BAB 3

Mikronutrien: Vitamin & Mineral

Nathasa Khalida Dalimunthe, S.Gz., M.Gz

A. Pendahuluan

Malnutrisi mikronutrien sering disebut sebagai “*Hidden Hunger*” yaitu kelaparan tersembunyi. *Hidden hunger* cukup umum terjadi di negara-negara terbelakang dan berkembang. *Hidden hunger* adalah kekurangan mikronutrien yang terjadi saat asupan gizi mikro tidak sesuai dengan kebutuhan. *Hidden hunger* tidak merujuk pada rasa lapar karena tidak makan namun lebih disebabkan oleh mengonsumsi pangan yang murah dan mengenyangkan tetapi rendah akan kandungan vitamin dan mineral sebagai zat gizi mikro yang penting.

Sekitar 2 miliar orang dari segala usia di negara maju dan negara industri terkena dampak kekurangan zat gizi mikro, 10% diantaranya merupakan kematian pada anak-anak (Arif et al., 2024). *Hidden hunger* juga terjadi di Indonesia, dibuktikan data dari SKI 2023 menemukan bahwa sebanyak 90% orang dewasa di Indonesia tidak mengonsumsi sayur dan buah yang menjadi sumber zat gizi mikro (Kementerian Kesehatan RI, 2023). Selain itu, lebih dari 50% anak usia 6-23 bulan di Indonesia mengalami ketidakcukupan asupan zat gizi mikro seperti vitamin A, C, seng, zat besi, dan kalsium (Dalimunthe & Ekayanti, 2022). *Hidden hunger* sulit untuk diidentifikasi karena tidak menunjukkan gejala spesifik pada orang yang mengalaminya.

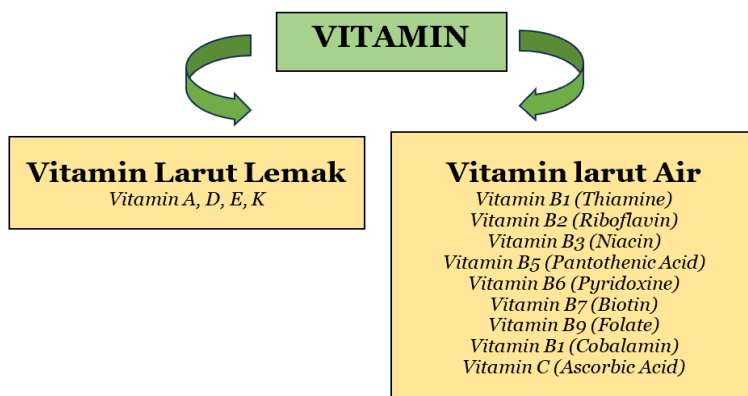
Mikronutrien terdiri dari vitamin dan mineral yang merupakan zat penting bagi keberlangsungan fungsi tubuh. Mikronutrien berperan penting dalam mengurangi risiko penyakit dan menjaga kesehatan. Mikronutrien adalah komponen makanan yang tidak memberikan kontribusi signifikan terhadap asupan kalori, tetapi tetap dianggap

penting untuk kesehatan dan fungsi vital, meskipun dibutuhkan dalam jumlah lebih sedikit (Shergill-Bonner, 2017). Mikronutrien penting perannya dalam perkembangan dan pembelahan sel. Kebutuhan zat gizi mikro bergantung pada aktivitas metabolisme dan siklus kehidupan individu. Vitamin dan mineral dibutuhkan dalam jumlah kecil (<100 mg/hari). Faktor-faktor seperti latihan fisik, kehamilan, masa kanak-kanak, remaja, usia tua atau pola makan tertentu memengaruhi kebutuhan zat gizi mikro (Shergill-Bonner, 2017).

B. Vitamin

Vitamin adalah zat organik yang diperlukan tubuh untuk berkembang dan menjalankan banyak fungsi. Vitamin sangat penting untuk mempertahankan hidup dan pertumbuhan. Vitamin tidak dapat diproduksi oleh tubuh, oleh karena itu vitamin perlu dipasok dari luar yaitu mengonsumsi sayur, buah, dan/atau suplementasi. Vitamin berbeda dari zat gizi organik lainnya karena vitamin tidak memasuki struktur jaringan dan tidak memasok energi ke organisme ((Taşğın, 2017))

Ada dua golongan vitamin, yaitu: vitamin yang larut dalam lemak dan vitamin yang larut dalam air. Vitamin yang dikenal meliputi A, C, D, E, dan K, serta vitamin B: tiamin (B1), riboflavin (B2), niasin (B3), asam pantotenat (B5), piridoksin (B6), sianokobalamin (B12), biotin, dan folat/asam folat (Akram et al., 2020).



Gambar 3.1. Klasifikasi vitamin

1. Vitamin A

Vitamin A memiliki tiga bentuk aktif dalam tubuh: retinol, retinal, dan asam retinoat. Ketiganya dikenal sebagai retinoid. Sel-sel tubuh dapat mengubah retinol dan retinal menjadi bentuk aktif vitamin A lainnya sesuai kebutuhan. Secara umum vitamin memiliki fungsi memberikan kekuatan penglihatan, mencegah rabun senja, menunda penuaan dini, stimulan kekebalan tubuh. Fungsi vitamin A dalam tubuh meliputi perkembangan dan pemeliharaan jaringan epitel, penunjang kulit, pemeliharaan ketajaman penglihatan (dalam cahaya redup), perkembangan tulang, dan kekebalan tubuh (Andrès et al., 2024).

Bentuk aktif vitamin A yang pertama yaitu Retinol untuk mendukung reproduksi dan merupakan bentuk transportasi utama vitamin tersebut. Retinal aktif dalam penglihatan dan juga merupakan perantara dalam konversi retinol menjadi asam retinoat. Asam retinoat bekerja seperti hormon, mengatur diferensiasi sel, pertumbuhan, dan perkembangan embrio. Makanan yang berasal dari hewan menyediakan retinol dalam bentuk yang mudah dicerna dan diserap. Makanan yang berasal dari tumbuhan menyediakan karotenoid, beberapa di antaranya memiliki aktivitas vitamin A. Tubuh dapat mengubah karotenoid seperti β -karoten, α -karoten, dan β -kriptoksantin menjadi vitamin A. Rasio konversi dari sumber karoten makanan menjadi vitamin A adalah 12:1 untuk β -karoten dan 24:1 untuk β -kriptoksantin (Lukaski, 2011).

Bioavailabilitas vitamin A dari sumber hewani termasuk tinggi sekitar 70–90% dari vitamin A yang dikonsumsi diserap oleh tubuh. Karotenoid dari sumber nabati diserap pada tingkat yang jauh lebih rendah antara 9% dan 22% dan proporsi yang diserap menurun seiring dengan semakin banyaknya karotenoid yang dikonsumsi (WHO, 2004). Lemak makanan meningkatkan penyerapan vitamin A. Penyerapan β -karoten dipengaruhi oleh matriks makanan. β -karoten dari suplemen lebih mudah diserap daripada β -karoten dari makanan, sementara memasak wortel dan bayam meningkatkan penyerapan β -karoten. Diare atau infeksi parasit pada usus dikaitkan dengan malabsorpsi vitamin A (WHO, 2004).

Kebutuhan vitamin A pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 375-500 RE, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa antara 600-650 RE (Permenkes RI, 2019). Bentuk vitamin A yaitu Preformed Vitamin A dan pro vitamin A. Pangan sumber preform vitamin A yaitu produk hewani, seperti susu manusia, daging kelenjar, minyak hati dan minyak hati ikan (terutama), kuning telur, susu murni, dan produk susu lainnya. Sedangkan pangan sumber pro vitamin A yaitu minyak kelapa sawit merah, sayuran berdaun hijau (misalnya bayam, bayam merah, brokoli), sayuran berwarna kuning (misalnya labu, waluh, dan wortel), dan buah-buahan non-jeruk berwarna kuning dan oranye (misalnya mangga, aprikot, dan pepaya), paprika merah, ubi jalar (Lukaski, 2011).

Kekurangan vitamin A menyebabkan gangguan penglihatan, xerophthalmia, bintik bitot (bercak segitiga, berbusa, kasar, dan menonjol yang terlihat pada konjungtiva bulbar), keratomalasia (pelunakan ketebalan kornea), hiperkeratosis folikel, anoreksia, retardasi pertumbuhan, infeksi saluran pernapasan dan usus, serta degenerasi selubung mielin. Kelebihan vitamin A dapat menyebabkan mual, muntah, dan anoreksia (Hathcock, 2014). Kekurangan vitamin A merupakan masalah utama ketika pola makan terdiri dari makanan pokok bertepung, yang bukan merupakan sumber retinol atau β -karoten yang baik, dan ketika konsumsi buah dan sayuran berwarna gelap, makanan sumber hewani, atau makanan yang difortifikasi rendah. Vitamin A berperan dalam memobilisasi zat besi dari simpanan hati, sehingga kekurangan vitamin A juga dapat membahayakan status zat besi. Asupan vitamin A yang telah terbentuk sebelumnya secara berlebihan dapat mengakibatkan tingginya kadar vitamin tersebut dalam hati atau kondisi yang dikenal sebagai hipervitaminosis A (Taşğın, 2017; WHO, 2004).

2. Vitamin D

Vitamin D merupakan vitamin non-esensial dikarenakan dapat diaktifkan melalui paparan sinar matahari (sinar ultraviolet B/UVB). Dengan bantuan sinar matahari, vitamin D disintesis oleh tubuh dari prekursor yang berasal dari kolesterol. Vitamin D dibuat di kulit dari prekursor mirip kolesterol (7-dehidrokolesterol) melalui paparan sinar matahari atau dapat diberikan dalam bentuk aktif dalam makanan

seperti susu, ikan berlemak, daging sapi muda, jamur, daging sapi, keju, minyak hati ikan, mentega, dan sereal fortifikasi, kuning telur, salmon (Akram et al., 2020).

Fungsi Vitamin D yaitu menjaga kesehatan tulang, kontraksi otot dan saraf, serta fungsi sel secara umum di semua sel tubuh. Vitamin D terlibat dalam penyerapan kalsium dan fosfor di usus. Sedangkan, di tulang, vitamin D membantu penyerapan kalsium dan fosfor, membantu tulang tumbuh lebih padat dan kuat saat menyerap dan menyimpan mineral-mineral tersebut. Vitamin D juga merangsang mineralisasi normal tulang dan meningkatkan penyerapan kembali fosfat di tubulus. Vitamin D juga memiliki sifat antioksidan (Andrès et al., 2024).

Kebutuhan vitamin D pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 10-15 mcg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 15-20 mcg (Permenkes RI, 2019). Penuaan menurunkan kapasitas kulit untuk memproduksi vitamin D3. Setelah usia 70 tahun, kadar vitamin D menurun hingga sekitar 25% dari nilai normal pada orang dewasa (Kennel et al., 2010). Kekurangan vitamin D dapat memengaruhi perkembangan tulang. Kekurangan vitamin D pada anak menyebabkan rakhitis, suatu gangguan di mana tulang memburuk dan bengkok di bawah tekanan. Pada orang dewasa, kekurangan vitamin D mengakibatkan osteomalasia (tulang lunak) yang meningkatkan risiko patah tulang ((Kennel et al., 2010; WHO, 2004).

3. Vitamin E

Bentuk vitamin E yang paling aktif adalah α -tokoferol, yang bertindak sebagai antioksidan (menghentikan reaksi berantai radikal bebas yang menghasilkan lebih banyak radikal bebas). Vitamin E melindungi membran sel, protein, dan DNA dari oksidasi dan dengan demikian berkontribusi terhadap kesehatan sel. Vitamin E mencegah oksidasi asam lemak tak jenuh ganda dan lipid dalam sel. Vitamin E disimpan di hati dan aman bahkan pada asupan tinggi. Vitamin E terlibat dalam penyembuhan luka dan kekebalan tubuh (WHO, 2004).

Vitamin E merupakan zat gizi yang larut dalam lemak sehingga penyerapan vitamin ini akan meningkat jika terdapat lemak dalam makanan. Sumber vitamin E meliputi sayuran hijau, bibit gandum, minyak sayur (minyak bibit gandum, minyak bunga matahari), kacang-kacangan dan biji-bijian (almond, biji bunga matahari), alpukat, dan bayam (Akram et al., 2020; Andrès et al., 2024). Kekurangan vitamin E pada manusia dikaitkan dengan fibrosis kistik, ataksia, dan abetalipoproteinemia (gangguan yang mengganggu penyerapan normal lemak dan vitamin yang larut dalam lemak dari makanan). Selain itu, kekurangan vitamin E dapat menyebabkan peningkatan hemolisis sel darah merah dan anemia makrositer pada bayi premature (Arif et al., 2024; Shergill-Bonner, 2017).

Kebutuhan vitamin E pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 4-8 mcg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 11-15 mcg (Permenkes RI, 2019). Gangguan pada penggunaan vitamin A dan K, perpanjangan waktu protrombin, iritasi usus, sakit kepala, kelelahan, dan pusing ((Hathcock, 2014).

4. Vitamin K

Vitamin K memiliki dua bentuk yaitu filokuinon (K1) berasal dari tumbuhan dan menakuinon (K2) disintesis oleh bakteri didalam usus. Vitamin K terutama berperan dalam pembekuan darah. Banyaknya jenis protein berbeda dan mineral kalsium sangat berperan dalam pembentukan bekuan darah. Vitamin K sangat penting untuk aktivasi beberapa protein ini. Jika salah satu faktor pembekuan darah tidak ada, maka akan terjadi penyakit hemoragik (perdarahan yang tidak terkendali). Vitamin K juga berperan dalam metabolisme protein tulang, terutama osteokalsin. Tanpa vitamin K, osteokalsin tidak dapat mengikat mineral yang biasanya membentuk tulang, sehingga mengakibatkan mineralisasi tulang yang buruk. Vitamin K disimpan di hati (WHO, 2004).

Saat kehamilan, vitamin K tidak dapat ditransfer dengan baik melalui plasenta dan tidak ditemukan dalam jumlah yang signifikan dalam ASI, sehingga bayi yang baru lahir sangat berisiko mengalami pendarahan.

Kekurangan vitamin K bawaan ini diobati dengan suntikan intramuskular atau pemberian *phyloquinone* secara oral. Suplementasi dengan vitamin K telah ditemukan bermanfaat untuk meningkatkan kepadatan tulang di antara orang dewasa dengan osteoporosis karena mendorong sintesis protein khusus yang disebut matrix Gla protein (WHO, 2004).

Kebutuhan vitamin K pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 200-1000 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 1200 mg (Permenkes RI, 2019). Sumber pangan yang mengandung vitamin K1 (Filokuinon) yaitu sayuran berdaun hijau (kangkung, bayam, brokoli), kembang kol, kubis, hati, kuning telur, minyak nabati, minyak kedelai. Vitamin K2 (Menakuinon) dapat ditemukan pada pangan fermentasi seperti keju fermentasi, curd, tempe, dan natto. Penyerapan vitamin K dari sumber makanan sekitar 20%, dan lemak makanan meningkatkan penyerapannya (Lukaski, 2011).

5. Vitamin B kompleks

a. Vitamin B1 (Tiamin)

Tiamin adalah vitamin yang mengandung sulfur yang berperan dalam metabolisme energi, mengubah karbohidrat, lipid, dan protein menjadi energi. Tiamin juga berperan penting dalam aktivitas saraf dan otot. Tiamin memiliki fungsi seluler, bertindak sebagai koenzim metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. mendukung produksi energi mitokondria, oksidasi asam lemak, dan sintesis protein. penting untuk fungsi sistem saraf pusat dan perifer yang tepat, termasuk produksi neurotransmitter (WHO, 2004). Kebutuhan vitamin B1 pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 0,2-0,9 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 1,1 mg (Permenkes RI, 2019). Sumber utama dari vitamin B1 adalah biji-bijian utuh, kacang-kacangan, jeroan (hati, ginjal, jantung), ikan, sayuran berdaun hijau, terong, buah, sari kedelai, kacang-kacangan, biji-bijian, dan sereal yang difortifikasi. Vitamin B1 dalam makanan sangat rentan terhadap panas, waktu memasak, dan lama penyimpanan. Vitamin B1 juga hilang dalam proses

penggilingan, di mana lapisan kulit ari dan beberapa lapisan lembaga yang mengandung vitamin dikeluarkan dari biji-bijian. Orang yang mengonsumsi makanan yang sebagian besar terdiri dari biji-bijian olahan (kebanyakan tepung dan beras giling) berisiko mengalami defisiensi tiamin (Taşğın, 2017; WHO, 2004). Kekurangan vitamin B1 klinis disebut beri-beri, suatu kondisi yang masih terjadi di Asia Tenggara. Pada beri-beri, terjadi kerusakan pada sistem saraf yang ditandai dengan kelemahan otot di lengan dan kaki, atau kerusakan pada sistem kardiovaskular yang ditandai dengan pembuluh darah yang melebar, menyebabkan jantung bekerja lebih keras dan ginjal menahan garam dan air, sehingga mengakibatkan edema. Tidak ada efek samping yang dikaitkan dengan asupan tiamin yang berlebihan (WHO, 2004).

b. Vitamin B2 (Riboflavin)

Vitamin B2 berperan dalam reaksi oksidasi-reduksi, dengan menerima dan kemudian menyumbangkan dua molekul hidrogen, yang diperlukan untuk melepaskan energi dari karbohidrat, lemak, dan protein. Vitamin B2 merangsang pertumbuhan dan reproduksi, berperan dalam penglihatan, dan dalam konversi vitamin B6, asam folat, dan niasin menjadi bentuk koenzim aktifnya (WHO, 2004). Kebutuhan vitamin B2 pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 0,3-0,9 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 1-1,3 mg (Permenkes RI, 2019). Sumber pangan vitamin B2 yaitu produk susu (susu, yogurt), telur, daging tanpa lemak, sayuran berdaun hijau, dan sereal yang difortifikasi. Vitamin B2 sensitif terhadap cahaya tetapi tetap stabil dalam suhu panas dan dingin. Proses penggilingan mengurangi kandungan vitamin B2 dalam biji-bijian sereal (WHO, 2004). Defisiensi riboflavin yang parah jarang terjadi dan terutama ditemukan di daerah berpendapatan rendah, ditandai dengan cheilosis, stomatitis angular, glositis, dermatitis seboroik, dan anemia akibat hipoplasia eritroid. Risiko defisiensi vitamin B2 juga terjadi pada orang-orang yang asupan makanannya bergantung pada sereal olahan, kelompok lansia,

pelaku diet kronis, serta orang-orang yang tidak mengonsumsi produk susu dari pola makan (Shergill-Bonner, 2017; WHO, 2004).

c. Vitamin B3 (Niasin)

Niasin bertindak sebagai koenzim dalam reaksi pemindahan energi, terutama metabolisme glukosa, lemak, dan alkohol. Niasin juga melindungi terhadap degenerasi neurologis. Niasin bersifat unik karena dapat disintesis dari asam amino triptofan. Niasin terdapat dalam dua bentuk: niasinamida dan asam nikotinat (WHO, 2004). Kebutuhan vitamin B3 pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 2-10 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 12-16mg (Permenkes RI, 2019). Sumber pangan utama vitamin B3 yaitu hati, daging, ikan, unggas, biji-bijian yang difortifikasi, kacang-kacangan, biji-bijian utuh, buah (alpukat, kurma, kismis), dan polong-polongan (Taşgın, 2017). Niasin dari daging, hati, kacang-kacangan, dan produk yang difortifikasi sangat mudah diserap tubuh. Sekitar 30% niasin dalam biji-bijian dapat diserap tubuh, meskipun niasin tambahan dapat dilepaskan jika makanan tercampur dengan alkali (air kapur/kalsium hidroksida). Dibandingkan dengan vitamin yang larut dalam air lainnya, niasin tidak mudah hilang selama penyimpanan makanan. Niasin cukup tahan panas, sehingga dapat bertahan dalam waktu pemasakan yang wajar. Namun, seperti vitamin yang larut dalam air lainnya, niasin akan larut pada masakan yang mengandung air (WHO, 2004). Defisiensi Vitamin B3 dapat terjadi Pellagra dengan gejala dermatitis, diare, dan, dalam kasus yang parah, efek neurologis seperti demensia. Pada orang-orang dengan pola makannya tidak memenuhi kebutuhan energinya akan berisiko mengalami kekurangan niasin, seperti halnya orang-orang yang pola makan utamanya bergantung pada jagung atau barley (yang tidak diolah), dan pecandu alkohol kronis (WHO, 2004).

d. Vitamin B5 (Asam Pantotenat)

Vitamin B5 merupakan bagian dari struktur koenzim A, senyawa "crossroad" dalam beberapa jalur

metabolisme, dan terlibat dalam lebih dari 100 langkah berbeda dalam sintesis lipid, neurotransmitter, hormon steroid, dan hemoglobin. Vitamin B5 penting untuk pemeliharaan dan perbaikan jaringan dan sel kulit dan rambut, membantu penyembuhan luka dan lesi, dan pantethine, yang merupakan bentuk vitamin B5 untuk menormalkan profil lipid darah (WHO, 2004). Kebutuhan vitamin B5 pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 1,7-4 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 5 mg (Permenkes RI, 2019). Sumber pangan utama vitamin B5 yaitu jeroan, daging (ayam, sapi), biji-bijian utuh, kentang, alpukat, kuning telur, susum ikan, tomat, brokoli dan jamur (Taşgın, 2017). Bioavailabilitas asam pantotenat dari sumber makanan sekitar 50%. Meskipun vitamin B5 cukup stabil jika dipanaskan, waktu memasak yang lama dan suhu tinggi yang berkepanjangan (seperti suhu mendidih) dapat menyebabkan hilangnya vitamin lebih banyak. Asam pantotenat juga hancur dalam proses pembekuan, pengalengan, atau penyulingan. Kekurangan asam pantotenat dapat menyebabkan gejala-gejala seperti kelelahan, mudah tersinggung, mati rasa, dan kram otot, yang secara kolektif disebut “sindrom kaki terbakar” (WHO, 2004).

e. Vitamin B6 (Piridoksin)

Vitamin B6 diperlukan untuk sebagian besar reaksi biologis (misalnya, metabolisme asam amino, sintesis neurotransmitter, pembentukan sel darah merah). Vitamin ini terdapat dalam tiga bentuk: piridoksal, piridoksin, dan piridoksamin. Semuanya dapat diubah menjadi koenzim PLP (piridoksal fosfat), yang mentransfer gugus amino dari asam amino untuk membuat asam amino nonesensial yaitu suatu tindakan yang berharga dalam metabolisme protein dan urea. Konversi asam amino triptofan menjadi niasin atau neurotransmitter serotonin juga bergantung pada PLP. Selain itu, PLP berpartisipasi dalam sintesis senyawa heme dalam hemoglobin, asam nukleat dalam DNA, dan lesitin, senyawa lemak (fosfolipid) yang menyediakan struktur bagi sel-sel

kita. Vitamin B6 disimpan dalam jaringan otot (Morris & Mohiuddin, 2020). Kebutuhan vitamin B6 pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 0,1-1,0 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 1,2-1,7 mg (Permenkes RI, 2019). Sumber pangan utama vitamin B6 yaitu berasal dari unggas, ikan, kacang tanah, walnut, kacang polong, jagung, biji-bijian utuh, sayuran berdaun hijau, kentang, buncis, dan pisang. Jika mengonsumsi makanan yang dicampur, bioavailabilitas vitamin B6 sekitar 75%. Vitamin B6 hancur jika dipanaskan, tetapi tetap stabil selama penyimpanan (WHO, 2004). Kekurangan vitamin B6 saja jarang terjadi, namun biasanya terjadi bersamaan dengan kekurangan vitamin B lainnya. Orang yang berisiko kekurangan asupan vitamin B6 adalah pecandu alkohol dan mereka yang mengonsumsi obat tuberkulosis. Tanda-tanda kekurangan vitamin B6 meliputi anemia mikrositer akibat sintesis hemoglobin yang tidak memadai, depresi, masalah saraf, dan mudah tersinggung (Lukaski, 2011).

f. Vitamin B7 (Biotin)

Biotin berperan penting dalam metabolisme sebagai koenzim yang mentransfer karbon dioksida. Peran ini sangat penting dalam pemecahan makanan (karbohidrat, lemak, dan protein) menjadi energi. Biotin terlibat dalam banyak reaksi seluler, terutama dalam metabolisme lemak dan protein pada akar rambut, kuku jari, dan kulit (WHO, 2004). Kebutuhan vitamin B7 pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 5-12 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 20-30 mg (Permenkes RI, 2019). Sumber pangan utama vitamin B7 yaitu telur, susu, sayuran, hati, ginjal, ragi, kacang kedelai, kacang-kacangan (almond, kacang tanah), biji-bijian, polong-polongan, gandum utuh, dan ubi jalar. Biotin ditemukan dalam bentuk bebas atau terikat pada protein makanan (Morris & Mohiuddin, 2020). Biotin tidak sensitif terhadap cahaya, panas, atau kelembapan (Akram et al., 2020). Kekurangan vitamin B7 dapat menyebabkan gejala seperti alopecia, dermatitis, dan

gejala neurologis seperti kelesuan dan keterlambatan perkembangan. Selain itu, individu yang menjalani nutrisi parenteral tanpa suplemen biotin, dan mereka yang mengonsumsi obat antiepilepsi atau isotretinoin tertentu mungkin mengalami kadar biotin rendah. Konsumsi tinggi putih telur mentah, yang mengandung avidin yang mengikat biotin, dapat semakin berkontribusi terhadap kekurangan vitamin B7 (WHO, 2004).

g. Vitamin B9 (Folat)

Folat mengacu pada bentuk yang terjadi secara alami (asam pteroilglutamat) serta bentuk yang ditemukan dalam makanan dan suplemen yang difortifikasi (asam folat). Asam folat adalah bentuk folat yang paling stabil. Fungsi utama folat adalah sebagai koenzim, THF (tetrahidrofolat), yang mentransfer senyawa karbon tunggal untuk sintesis dan perbaikan DNA serta dalam metabolisme energi dan asam amino (WHO, 2004). Folat dan vitamin B12 saling berhubungan dalam kapasitasnya untuk menyumbangkan dan menerima senyawa karbon tunggal ini, yang disebut gugus metil. Tanpa vitamin B12, folat dalam bentuk metilnya terperangkap di dalam sel, tidak tersedia untuk mendukung pertumbuhan sel. Folat sangat penting untuk perkembangan dan fungsi otak (Taşğın, 2017). Kebutuhan vitamin B9 pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 80-300 mcg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 400 mcg (Permenkes RI, 2019). Sumber pangan utama folat yaitu sayuran berdaun hijau (bayam, kangkong, sawi, dll), stroberi, kacang-kacangan (buncis, lentil), buah jeruk, sereal yang difortifikasi, dan asparagus. Asam folat dari suplemen 100% dapat diserap tubuh jika dikonsumsi tanpa makanan dan 85% dapat diserap tubuh jika dikonsumsi bersama makanan. Folat yang terdapat secara alami dalam makanan 50% dapat diserap tubuh, tetapi bentuk alaminya sangat tidak stabil. Folat mudah hancur oleh panas dan oksigen (WHO, 2004). Kebutuhan folat meningkat selama kehamilan, terutama pada beberapa minggu pertama kehamilan.

Kekurangan folat sangat terkait dengan risiko cacat tabung saraf (*Neural Tube Defect/NTD*) pada janin yang sedang tumbuh. Oleh karena itu, wanita usia subur dan wanita hamil disarankan untuk memenuhi kebutuhan folat dengan menggunakan kombinasi makanan alami (bentuk folat) dan makanan atau suplemen yang difortifikasi (asam folat) (WHO, 2004). Kekurangan folat yang terlihat meliputi masalah pencernaan. Gejala lainnya adalah kelelahan, kehilangan nafsu makan, sel darah merah lebih sedikit tetapi lebih besar (anemia megaloblastik atau makrositer), dan masalah neurologis. Kekurangan vitamin B12 akan memicu kekurangan folat karena itu berarti vitamin B12 tidak dapat menyumbangkan gugus metilnya untuk mengubah folat menjadi bentuk aktifnya (Taşğın, 2017).

h. Vitamin B12 (Kobalamin)

Vitamin B12 berfungsi sebagai koenzim dalam konversi homosistein menjadi metionina dalam metabolisme asam lemak dan asam amino dan dalam produksi neurotransmitter. Vitamin B12 juga memelihara lapisan khusus yang mengelilingi dan melindungi serabut saraf dan aktivitas sel tulang bergantung pada vitamin B12. Folat dan vitamin B12 saling terkait erat. Ketika folat melepaskan gugus metilnya ke B12, vitamin ini diaktifkan (WHO, 2004). Vitamin B12 hanya ditemukan dalam makanan yang berasal dari hewan, kecuali makanan yang berasal dari tumbuhan telah difortifikasi. Sumber vitamin B12 yang kaya meliputi kerang, hati, daging sapi, beberapa jenis ikan (ikan lele, tuna, sarden, salmon, ikan trout), susu dan produk olahan susu (Lukaski, 2011; Taşğın, 2017). Kebutuhan vitamin B12 pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 0,4-2,0 mcg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 400 mcg (Permenkes RI, 2019). Meskipun tidak ada data yang cukup mengenai penyerapan vitamin B12, para ahli berasumsi bahwa sekitar 50% vitamin B12 diserap oleh orang dewasa dengan saluran pencernaan yang sehat. Penyerapan yang tidak memadai terjadi ketika tidak ada cukup asam di lambung, atau ketika protein yang disebut

faktor intrinsik tidak diproduksi di lambung. Metode memasak konvensional yang melibatkan panas tinggi (misalnya oven) dan waktu memasak yang lama dapat mengakibatkan hilangnya sebagian vitamin B12 (Lukaski, 2011). Diperkirakan sekitar 10–30% orang dewasa mengalami radang lambung kronis, dimana suatu kondisi yang mengganggu penyerapan vitamin B12. Orang dewasa disarankan untuk mengonsumsi makanan atau suplemen yang difortifikasi untuk memenuhi kebutuhan vitamin B12 mereka. Kaum vegan (individu yang tidak mengonsumsi makanan bersumber hewani), yang tidak mengonsumsi makanan atau suplemen yang difortifikasi, akan mengalami defisiensi vitamin B12. Akan tetapi, perlu waktu beberapa tahun untuk mengalami defisiensi vitamin B12 karena tubuh mendaur ulang sebagian besar vitamin B12 dengan menyerapnya kembali berulang kali. Pada anak-anak banyak ditemukan kekurangan zat gizi seperti zat besi, vitamin A, atau yodium. Pola makan yang seimbang untuk menjaga kesehatan dengan meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi dan penyakit, dapat menjadi upaya baik dalam bentuk preventif dan kuratif (Piccardi & Manissier, 2009). Bayi yang lahir dari ibu vegan juga berisiko mengalami defisiensi jika status vitamin B12 ibu mereka rendah selama kehamilan. Kebutuhan vitamin B12 meningkat bagi individu yang positif HIV dengan diare kronis. Gejala defisiensi vitamin B12 meliputi anemia, kelelahan umum, kehilangan nafsu makan, atrofi lambung, nyeri neuromuskular, masalah neurologis (gaya berjalan, kehilangan ingatan). Tidak ada efek samping yang dilaporkan akibat asupan vitamin B12 yang berlebihan (Piccardi & Manissier, 2009).

i. Vitamin C

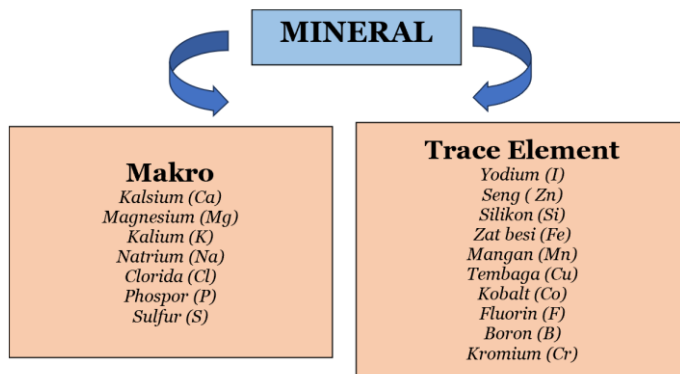
Vitamin C bertindak sebagai antioksidan atau kofaktor, membantu enzim tertentu menjalankan tugasnya. Vitamin C dalam kadar tinggi ditemukan di kelenjar pituitari dan adrenal, mata, sel darah putih, dan otak. Vitamin C memiliki banyak peran - dalam sintesis kolagen, penyerapan zat besi, pembersihan

radikal bebas, dan pertahanan terhadap infeksi dan peradangan (WHO, 2004). Sumber pangan utama vitamin C yaitu buah sitrus (jeruk, lemon), stroberi, paprika, brokoli, kiwi, tomat, kentang, dan sayuran berdaun hijau (Lukaski, 2011). Kadar vitamin C dalam makanan bergantung pada kondisi pertumbuhan, musim, tingkat kematangan, praktik memasak, dan waktu penyimpanan sebelum dikonsumsi. Vitamin C mudah rusak oleh panas dan oksigen. Kadar penyerapan bergantung pada jumlah yang dikonsumsi. Sekitar 70–90% vitamin C diserap. Jika asupan melebihi 1000 mg/hari, kadar penyerapan turun hingga 50%. Kelebihan asupan vitamin C akan dibuang melalui urin (WHO, 2004). Orang yang tidak mengonsumsi buah dan sayur dalam jumlah yang cukup berisiko mengalami kekurangan asupan vitamin C. Kemudian, pada perokok akan terjadi peningkatan kebutuhan vitamin C, karena perokok menghasilkan radikal bebas. Kekurangan vitamin C dapat menyebabkan penyakit kudis; tanda-tanda penyakit kudis adalah gusi berdarah, pendarahan kecil di bawah kulit, kelelahan, kehilangan nafsu makan dan berat badan, serta menurunnya daya tahan terhadap infeksi (WHO, 2004).

C. Mineral

Mineral merupakan mikronutrien anorganik penting yang berperan penting dalam struktur enzim atau sifat katalitiknya dan berpartisipasi dalam transduksi energi seluler, jalur pembawa pesan kedua, dan keseimbangan asam-basa (Lukaski, 2011). Rata-rata 6% dari tubuh manusia dewasa terdiri dari mineral. Empat unsur yang paling umum dalam sel hidup adalah karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N). Keempat unsur ini merupakan sekitar 99% dari banyak massa sel. Unsur-unsur ini adalah unsur dasar struktur organik dalam makhluk hidup. Unsur-unsur ini membentuk protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan asam nukleat (DNA dan RNA) (WHO, 2004). Mineral terbagi menjadi mineral makro dan *trace element*. Mineral makro merupakan mineral yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak dalam tubuh,

sedangkan *trace element* merupakan mineral makanan yang dibutuhkan dalam jumlah kecil untuk fungsi fisiologis normal (WHO, 2004).



Gambar 3.2 Klasifikasi mineral

Mineral, yang sangat efektif dalam peristiwa metabolisme, memiliki berbagai macam fungsi: a) Mengikat enzim sebagai kofaktor dan berperan dalam katalisis; b) Mengatur keseimbangan asam-basa tubuh; c) Mengatur tekanan osmotik; d) Berperan dalam pengaturan fungsi jantung dan otot; e) Berkontribusi pada pengaturan peristiwa oksidasi-reduks (Taşğın, 2017).

1. Kalsium

Kalsium merupakan mineral yang paling melimpah dalam tubuh. Sembilan puluh sembilan persen kalsium dalam tubuh terdapat di tulang dan gigi. Kalsium merupakan bagian integral dari struktur tulang, yang diperlukan untuk menciptakan kerangka yang kokoh guna menahan tubuh agar tetap tegak dan bergerak. Kalsium dalam tulang juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan kalsium untuk mengimbangi asupan yang rendah. Sisa 1% kalsium dalam tubuh terdapat dalam cairan tubuh, yang membantu mengatur tekanan darah dan pergerakan otot (WHO, 2004). Kebutuhan kalsium pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 200-1000 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 1200 mg (Permenkes RI, 2019).

Kalsium penting di semua tahap kehidupan, dan terutama selama periode pertumbuhan linear, masa bayi, kanak-kanak, dan pubertas, serta kehamilan dan menyusui. Kalsium dalam darah membantu menjaga tekanan darah normal. Kalsium juga terlibat dalam pengaturan kontraksi otot, transmisi impuls saraf, sekresi hormon, dan aktivasi beberapa reaksi enzim (WHO, 2004). Kalsium sangat penting untuk kontraksi otot dan impuls saraf, tubuh mengatur kadar kalsium darah dengan ketat. Jika asupan kalsium rendah, tubuh akan mengambil kalsium dari tulang. Asupan kalsium kronis yang buruk mengakibatkan osteoporosis dan osteomalasia, yaitu tulang menjadi lemah karena kekurangan kalsium (Lukaski, 2011). Kekurangan asupan kalsium saat kehamilan akan mengakibatkan pre-eklamsia yaitu kondisi saat kehamilan yang ditandai dengan tekanan darah tinggi yang biasanya dialami setelah 20 minggu masa kehamilan. Kekurangan kalsium pada tulang juga dapat disebabkan oleh kurangnya pasokan vitamin D, yang penting untuk penyerapan kalsium dan pengendapannya di tulang (WHO, 2004).

2. Zat Besi

Zat besi berfungsi sebagai pengangkut oksigen ke jaringan dari paru-paru oleh hemoglobin sel darah merah, sebagai media pengangkut elektron dalam sel, dan sebagai bagian terpadu dari sistem enzim penting dalam berbagai jaringan. Sebagian besar zat besi dalam tubuh terdapat dalam eritrosit sebagai hemoglobin, molekul yang terdiri dari empat unit, yang masing-masing mengandung satu gugus heme dan satu rantai protein. Struktur hemoglobin memungkinkannya terisi penuh dengan oksigen di paru-paru dan sebagian tidak terisi di jaringan (misalnya di otot). Protein penyimpan oksigen yang mengandung zat besi di otot, mioglobin, memiliki struktur yang mirip dengan hemoglobin tetapi hanya memiliki satu unit heme dan satu rantai globin (WHO, 2004).

Populasi yang paling berisiko mengalami kekurangan zat besi adalah bayi, anak-anak, remaja, dan wanita usia subur, terutama ibu hamil. Selama 2 bulan pertama kehidupan, konsentrasi hemoglobin turun karena situasi oksigen yang lebih baik pada bayi baru lahir dibandingkan dengan janin dalam kandungan. Hal ini menyebabkan redistribusi zat besi yang cukup besar dari eritrosit yang dikatabolisme ke tempat penyimpanan zat besi. Zat besi ini akan memenuhi kebutuhan bayi cukup bulan selama 4–6 bulan pertama kehidupan dan itulah sebabnya kebutuhan zat besi selama periode ini dapat dipenuhi oleh ASI, yang mengandung sangat sedikit zat besi (Shergill-Bonner, 2017). Kebutuhan zat besi pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 0,1-10 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 8-15 mg (Permenkes RI, 2019).

Dua jenis zat besi dapat ditemukan dalam makanan, yaitu heme dan nonheme. Zat besi heme hanya terdapat dalam produk hewani seperti daging, ikan, dan unggas, sedangkan zat besi nonheme ditemukan dalam buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan kering, kacang-kacangan, produk biji-bijian, dan daging. Zat besi heme diserap dengan efisiensi yang lebih baik dari usus daripada zat besi nonheme (Roughead et al., 2002). Kekurangan zat besi pada seseorang akan mengalami anemia gizi besi ditandai dengan 5L (Lelah, lesu, letih, lunglai, dan lalai sehingga performa kerja tidak baik. Dalam kasus kekurangan asupan zat besi, kehilangan darah atau peningkatan kebutuhan zat besi, endapan zat besi dalam tubuh berkurang, dan terjadi anemia. Gejalanya meliputi pucat, lemas, mudah tersinggung, celah-celah sudut mulut, murmur jantung dan gangguan pencernaan (Morris & Mohiuddin, 2020; Roughead et al., 2002). Kelebihan zat besi menyebabkan perkembangan sirosis, pigmentasi kulit, dan hemokromatosis (WHO, 2004).

3. Yodium

Yodium, yang merupakan salah satu elemen jejak, merupakan komponen penting dari hormon tiroid tiroksin (T4) dan triiodotironin (T3), yang sangat penting untuk fungsi hati, ginjal, otot, otak, dan sistem saraf pusat. Yodium mengatur metabolisme secara keseluruhan dan memainkan peran penting dalam perkembangan saraf janin dan anak, fungsi organ dan jaringan (Pennington, 2020). Bagi janin yang sedang berkembang, kekurangan yodium merupakan salah satu penyebab terbesar dari kecacatan intelektual yang dapat dicegah sehingga status yodium pada wanita hamil dan wanita usia produktif merupakan masalah internasional yang diakui (Louise, 2021).

Wanita hamil, wanita menyusui, wanita usia subur, dan anak-anak di bawah usia 3 tahun dianggap sebagai kelompok yang paling penting untuk mendiagnosis dan mengobati kekurangan yodium, karena kekurangan yodium yang terjadi selama pertumbuhan dan perkembangan janin dan bayi baru lahir menyebabkan kerusakan otak dan susunan saraf pusat yang tidak dapat dipulihkan, dan akibatnya, menyebabkan keterbelakangan mental yang tidak dapat dipulihkan (WHO, 2004). Kekurangan yodium merupakan penyebab paling umum dari penyakit gondok dan diperkirakan mempengaruhi 2,2 miliar orang di seluruh dunia, namun tidak semua penyakit gondok disebabkan oleh kekurangan yodium. Kelenjar tiroid beradaptasi terhadap defisiensi yodium dengan peningkatan penyerapan iodida dan peningkatan metabolisme intratiroid sebagai akibat dari peningkatan kadar TSH, yang menyebabkan pembesaran kelenjar dan perkembangan gondok (Delange, 1994). Kebutuhan zat besi pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 90-120 mcg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 120-150 mcg (Permenkes RI, 2019). Makanan yang menyumbang asupan yodium tertinggi adalah roti, produk susu, garam beryodium, kerrang, daging sapi,

buah, kacang-kacangan, sayur, ikan laut, ikan tawar, telur, makanan laut, dan rumput laut (Pehrsson et al., 2022).

4. Seng

Seng merupakan mikronutrien penting bagi metabolisme manusia yang mengkatalisis lebih dari 100 enzim, memfasilitasi pelipatan protein, dan membantu mengatur ekspresi gen. Seng mengkatalisis aktivitas enzim, berkontribusi pada struktur protein, dan mengatur ekspresi gen (Shike & Shils, 2006). Gejala defisiensi seng tidak spesifik, termasuk retardasi pertumbuhan, diare, alopecia, glositis, distrofi kuku, penurunan kekebalan, dan hipogonadisme pada pria. Di negara-negara berkembang, suplementasi seng mungkin efektif untuk pencegahan infeksi saluran pernapasan atas dan diare, dan sebagai pengobatan tambahan untuk diare pada anak-anak yang kekurangan gizi. Efek samping dari penggunaan zinc dosis tinggi jangka panjang meliputi penurunan kekebalan tubuh, penurunan kadar kolesterol lipoprotein densitas tinggi, anemia, defisiensi tembaga, dan kemungkinan komplikasi genitourinary (Shike & Shils, 2006; WHO, 2004).

Seng ditemukan dalam berbagai makanan, seperti daging sapi, unggas, makanan laut, dan biji-bijian. Di antara makanan pokok, daging sapi merupakan sumber seng terbaik, diikuti oleh unggas dan kemudian ikan (Lukaski, 2011). Program fortifikasi seng sedang dipelajari, terutama untuk populasi yang mengonsumsi makanan nabati. Fortifikasi makanan pokok sereal merupakan intervensi yang berpotensi menarik yang dapat bermanfaat bagi seluruh populasi serta menargetkan kelompok populasi yang rentan, yaitu anak-anak dan wanita hamil. Penambahan seng dalam makanan akan menurunkan prevalensi terhambatnya pertumbuhan di banyak negara berkembang dengan pola makan rendah seng, karena pertumbuhan linier dipengaruhi oleh pasokan seng dalam tubuh (WHO,

2004). Sebuah meta-analisis dari 33 uji coba terkontrol acak (RCT) yang melibatkan anak-anak prapubertas dari Amerika Utara dan Selatan, Eropa, Afrika, dan Asia yang berisiko mengalami defisiensi seng menunjukkan bahwa suplementasi seng sedikit meningkatkan pertumbuhan linier dan penambahan berat badan (masing-masing sebesar 0,35 dan 0,31) dibandingkan dengan kelompok control (Brown et al., 2002). Kebutuhan zat besi pada bayi dan anak (0-9 tahun) antara 1,1-5 mg, sedangkan untuk remaja dan orang dewasa sekitar 8-11 mg (Permenkes RI, 2019). Berikut fungsi dari berbagai maca mineral dan akibatnya apabila terjadi defisiensi dan sumber pangan dari mineral tersebut.

Tabel 3.1 Fungsi, defisiensi,, dan sumber pangan berbagai mineral

Mineral	Fungsi Utama	Defisiensi	Sumber Pangan
Fosfor	Sintesis ATP, transduksi sinyal, dan mineralisasi tulang	Anoreksia, kelemahan otot, nyeri tulang, rakhitis, osteomalasia	Susu, daging merah, unggas, makanan laut, kacang-kacangan
Kalium	Fungsi seluler, menjaga keseimbangan cairan dan osmolalitas sel	Aritmia jantung, kelemahan otot, intoleransi glukosa, hipertensi, risiko tinggi batu ginjal, stroke	Pisang, kentang, kacang-kacangan, biji-bijian utuh, produk susu, dan protein hewani
Selenium	Selenoprotein, hormon tiroid, status redoks	Penyakit Keshan, penyakit Kashin-Beck, gangguan fungsi kekebalan tubuh	Roti, biji-bijian, daging, unggas, makanan laut, dan telur
Natrium	Kation	Sakit kepala,	Acar, ikan asin,

Tabel 3.1 Fungsi, defisiensi,, dan sumber pangan berbagai mineral

Mineral	Fungsi Utama	Defisiensi	Sumber Pangan
	ekstraseluler , potensial membran, transportasi membran	kelemahan otot dan kejang/kram, mual, muntah, kebingungan, kelesuan, kehilangan nafsu makan	minuman berkarbonasi, makanan olahan dan kalengan
Mangan	Metalloenzim , pembentukan tulang	Gangguan pertumbuhan, gangguan fungsi reproduksi, gangguan toleransi glukosa, dan perubahan metabolisme karbohidrat dan lipid	Kacang-kacangan, coklat, produk sereal, krustasea, moluska, polong-polongan, buah segar
Tembaga	Metalloenzim, pembentukan sel darah merah, jaringan ikat	Anemia, neutropenia, fraktur tulang, sindrom Menkes; cutis laxa terkait kromosom X (kulit kendur, jaringan ikat rusak)	Jeroan, kacang-kacangan, dan susu
Magnesium	>300 proses enzimatik, kesehatan tulang, pemeliharaan kadar K dan Ca intraseluler	kelelahan, depresi, mudah tersinggung, kelemahan otot, dan jika sangat parah, kejang-kejang	Sayuran berdaun hijau, biji-bijian, gandum utuh, kacang-kacangan, dan kacang-kacangan

Tabel 3.1 Fungsi, defisiensi,, dan sumber pangan berbagai mineral

Mineral	Fungsi Utama	Defisiensi	Sumber Pangan
Klorida	Anion ekstraseluler, keseimbangan cairan dan elektrolit, cairan lambung	Ketidakseimbangan metabolisme	Garam (<i>Natrium Clorida</i> /NaCl)
Fluorin	Hadir sebagai <i>fluorohydrox yapatit</i> di email gigi	Paparan fluorida rendah mungkin memiliki efek negatif pada status yodium dan perkembangan kognitif	Air minum secara umum merupakan sumber fluorida yang mendominasi

Sumber: (Akram et al., 2020; Lukaski, 2011; Morris & Mohiuddin, 2020; Taşgın, 2017; WHO, 2004)

Daftar Pustaka

- Akram, M., Munir, N., Daniyal, M., Egbuna, C., Găman, M.-A., Onyekere, P. F., & Olatunde, A. (2020). Vitamins and Minerals: Types, sources and their functions. *Functional Foods and Nutraceuticals: Bioactive Components, Formulations and Innovations*, 149–172.
- Andrès, E., Lorenzo-Villalba, N., Terrade, J.-E., & Méndez-Bailon, M. (2024). Fat-soluble vitamins A, D, E, and K: review of the literature and points of interest for the clinician. *Journal of Clinical Medicine*, 13(13), 3641.
- Arif, L., Hamza, M., Iqbal, E., & Kaleem, Z. (2024). Role of Micronutrients (Vitamins & Minerals). *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Arts*, 3(2), 333–337.
- Brown, K. H., Peerson, J. M., Rivera, J., & Allen, L. H. (2002). Effect of supplemental zinc on the growth and serum zinc concentrations of prepubertal children: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(6), 1062–1071.
- Dalimunthe, N. K., & Ekayanti, I. (2022). Prevalence and Risk Factors of Inadequate Micronutrient Intake among Children Aged 6-23 Months in Indonesia. *Amerta Nutrition*, 6(4), 12–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.20473/amnt.v7i4.2022.342-350>
- Delange, F. (1994). The disorders induced by iodine deficiency. *Thyroid*, 4(1), 107–128.
- Hathcock, J. N. (2014). *Vitamin and mineral*.
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia*. Kementerian Kesehatan RI.
- Kennel, K. A., Drake, M. T., & Hurley, D. L. (2010). Vitamin D deficiency in adults: when to test and how to treat. *Mayo Clinic Proceedings*, 85(8), 752–758.

- Louise, B. (2021). Iodine intake for pregnant and breastfeeding women and their infants remains a global concern. *The Journal of Nutrition*, 151(12), 3604–3605.
- Lukaski, H. C. (2011). Vitamins and minerals. *NSCA's Guide to Sport and Exercise Nutrition*, 87.
- Morris, A. L., & Mohiuddin, S. S. (2020). *Biochemistry, nutrients*.
- Pehrsson, P. R., Roseland, J. M., Patterson, K. Y., Phillips, K. M., Spungen, J. H., Andrews, K. W., Gusev, P. A., Gahche, J. J., Haggans, C. J., & Merkel, J. M. (2022). Iodine in foods and dietary supplements: A collaborative database developed by NIH, FDA and USDA. *Journal of Food Composition and Analysis*, 109, 104369.
- Pennington, J. A. T. (2020). Iodine. In *Trace minerals in foods* (pp. 249–289). CRC Press.
- Permenkes RI. (2019). *Angka Kecukupan Gizi*. Kementerian Kesehatan.
- Piccardi, N., & Manissier, P. (2009). Nutrition and nutritional supplementation: Impact on skin health and beauty. *Dermato-Endocrinology*, 1(5), 271–274.
- Roughead, Z. K. F., Zito, C. A., & Hunt, J. R. (2002). Initial uptake and absorption of nonheme iron and absorption of heme iron in humans are unaffected by the addition of calcium as cheese to a meal with high iron bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(2), 419–425.
- Shergill-Bonner, R. (2017). Micronutrients. *Paediatrics and Child Health*, 27(8), 357–362.
- Shike, M., & Shils, M. E. (2006). *Modern nutrition in health and disease*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Taşğın, E. (2017). Macronutrients and micronutrients in nutrition. *International Journal of Innovative Research and Reviews*, 1(1), 10–15.
- WHO. (2004). *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. World Health Organization.

BAB 4

Air & Elektrolit

Niken Rahmah Ghanny, S.Si., M.Biomed

A. Air Sebagai Nutrisi Tubuh

Seringkali orang mengabaikan pentingnya minum, kecuali dalam keadaan haus, sedangkan air merupakan komponen terbesar dalam tubuh manusia, mencakup sekitar 50-70% dari total berat badan. Lebih dari sekadar pelarut, air berperan penting sebagai medium vital untuk semua proses metabolisme, transportasi nutrisi, dan pemeliharaan homeostasis tubuh. Bersamaan dengan elektrolit, air membentuk sistem keseimbangan yang kompleks dan dinamis yang menentukan kesehatan dan kelangsungan hidup manusia. Air merupakan nutrisi penting yang fundamental untuk menjaga homeostasis. Nilai air lebih dari sekadar kebutuhan fisiologisnya (Godlewski, 1972). Selain itu, air juga berperan dalam mengatur suhu tubuh, menjaga keseimbangan osmotik dan potensial aksi sel, serta memberikan perlindungan sebagai peredam kejutan fisik. Ironisnya, meskipun air adalah nutrisi terpenting bagi tubuh, ia justru menjadi yang paling sering diabaikan dan kurang diteliti dalam bidang ilmu gizi.

Tubuh manusia memiliki kandungan air lebih dari 50% dari berat badan, namun kandungan ini dapat bervariasi bergantung pada komposisi tubuh. Kandungan air dalam tubuh bervariasi, bergantung kepada usia, jenis kelamin, komposisi tubuh, dan status gizi. Usia pada bayi baru lahir memiliki kandungan air sekitar 75-80%, sedangkan lansia hanya sekitar 50-55% (Godlewski, 1972). Berdasarkan penelitian, pemenuhan kebutuhan cairan konsumsi air putih cenderung kurang, yaitu 699 ml dari 1.200 ml kebutuhan air putih setiap hari. Hal ini menyebabkan tingkat pemenuhan kebutuhan cairan sebagian besar subjek berada dalam kategori kurang. Usia

lanjut perlu memperhatikan pemenuhan konsumsi cairan terutama mengonsumsi air putih yang cukup untuk mempertahankan hidrasi dan mengimbangi perubahan karena faktor usia dalam pemenuhan tercapainya keseimbangan air bagi tubuh. Selain itu, perlu pengawasan secara langsung dan rutin terkait jenis pangan, pola makan, dan kesehatan lansia untuk mempertahankan status gizi (Desy Dwi Aprillia, 2014).

Kompartemen cairan tubuh terdiri dari cairan intraseluler dan ekstraseluler. Cairan intraseluler menyusun sekitar 40% dari berat badan atau $\frac{2}{3}$ dari total air tubuh. Cairan intraseluler berada dalam sel-sel tubuh. Selain itu, berfungsi sebagai medium untuk reaksi metabolisme seluler. Adapun cairan ekstraseluler menyusun sekitar 20% tubuh atau $\frac{1}{3}$ dari total air tubuh. Cairan ekstraseluler, terbagi menjadi interstisial yang diantara sel-sel (15% berat badan), cairan intravascular yang berada di plasma darah (5% dari berat badan), cairan transeluler yang berada di cairan serebrospinal, dan cairan synovial (1-2% dari berat badan). Tubuh memiliki berbagai mekanisme umpan balik untuk memastikan keseimbangan air. Misalnya, hormon antidiuretik dan aldosteron meningkatkan penyerapan kembali air di ginjal, sementara mekanisme haus mengatur asupan cairan. Ketika terjadi kehilangan air, tubuh akan mengalami dehidrasi, dan adanya kehilangan air berulang dapat meningkatkan risiko berbagai penyakit, mulai dari batu ginjal hingga penyakit ginjal kronis. Kehilangan air harian dapat terjadi melalui pernapasan, urin/feses, dan keringat.

Kehilangan air sebesar 1-2% dari berat tubuh dapat menyebabkan dehidrasi ringan, sehingga dapat menyebabkan kelelahan dan mengganggu fungsi kognitif. Dehidrasi mengurangi volume otak dan telah ditemukan berkaitan dengan suasana hati dan kognisi yang buruk, meskipun fungsi perhatian, memori, dan eksekutif normal dapat dipulihkan setelah rehidrasi. Kelompok yang paling berisiko adalah lansia, karena sinyal haus mereka sudah tumpul, sehingga lebih rentan mengalami dehidrasi. Anak-

anak kecil dan orang dewasa lanjut usia juga mungkin lebih parah terdampak oleh efek dehidrasi terhadap kognisi dibandingkan kelompok usia lainnya (Miller et al., 2021).

1. Air Minum dan Pilihan Minuman

Air putih adalah minuman optimal untuk mempertahankan hidrasi yang baik. Sayangnya, hanya sedikit penelitian atau lembaga pelaporan nasional yang secara sistematis mengukur status hidrasi atau mengumpulkan data asupan air minum. Lebih sedikit lagi yang mempertimbangkan bagaimana air yang terkandung dalam makanan dan minuman lain, berkontribusi terhadap status hidrasi. Keterbatasan metodologi saat ini untuk menilai asupan air dan status hidrasi (seperti bias ingatan dan biomarker yang tidak spesifik) membuat sulit untuk menetapkan nilai asupan yang memadai. Kesenjangan pengetahuan ini dijelaskan dengan baik dalam Laporan Ilmiah Komite Penasihat Pedoman Makanan 2020, yang mencatat bahwa sejauh mana hidrasi menjadi masalah di segmen populasi masih menjadi pertanyaan terbuka dan informasi yang lebih baik tentang asupan air diperlukan (Miller et al., 2021).

2. Minuman Selain Air

Minuman non-air memiliki dampak yang bervariasi terhadap status hidrasi. Minuman beralkohol dan berkafein memicu diuresis (peningkatan produksi urin), meskipun asupan kafein jarang berdampak berarti pada keseimbangan air secara keseluruhan. Sebaliknya, jus dan beberapa minuman manis dapat membantu memulihkan total air tubuh. Namun, minuman berkalori juga berkontribusi pada asupan kalori berlebih, sehingga meningkatkan risiko kelebihan berat badan dan obesitas beserta komplikasinya. Mengganti minuman berkalori dengan air putih dapat mengurangi asupan energi, meningkatkan oksidasi lemak, dan menjadi strategi yang berguna untuk menjaga berat badan.

Seseorang mungkin lebih memilih mengonsumsi minuman non-air karena rasa, biaya, kemudahan, nilai gizi yang dipersepsikan, atau kepentingan sosial budaya.

Namun, pilihan ini juga bisa karena ketidakpercayaan terhadap asal dan kualitas air minum mereka atau masalah terkait akses air. Hal ini signifikan mengingat ketidakpercayaan terhadap air umum terjadi secara global, bahkan di tempat-tempat dengan sistem air pipa (Miller et al., 2021).

Narasi di atas menjelaskan betapa pentingnya air bagi kesehatan manusia dan berbagai tantangan yang dihadapi dalam memastikan hidrasi yang optimal, mulai dari aspek fisiologis hingga faktor sosial dan lingkungan yang mempengaruhi akses terhadap air berkualitas.

3. Fungsi air dalam tubuh

Air memiliki fungsi vital dalam tubuh manusia, diantaranya:

- a. Air sebagai pelarut universal, air dapat berfungsi sebagai medium pelarut untuk hampir semua organ, sel, dan semua substansi di dalam tubuh. Adanya air dapat menyebabkan terjadinya reaksi biokimia, transportasi nutrisi, dan adanya eliminasi produk sisa metabolisme. Sifat polar air dapat melarutkan senyawa ionik dan polar, sementara kemampuannya dapat membentuk misel dapat memfasilitasi transport lipid. Konstanta dielektrik yang tinggi juga dapat menjaga stabilisasi ion dalam larutan.
- b. Air sebagai transportasi, transportasi di dalam tubuh 90% menggunakan air karena system sirkulasi tubuh menggunakan plasma darah. Sistem ini digunakan untuk mengangkut oksigen, nutrisi, hormon, dan produk-produk metabolisme ke seluruh tubuh. Volume plasma dewasa normal berkisar 40-50 mL/Kg berat badan dengan *turn over* harian sekitar 3-4 kali volume total. Adanya transport pasif melalui difusi dan transport aktif melalui pompa ion seringkali bergantung pada medium air.
- c. Termoregulasi, air memiliki kapasitas panas spesifik yang tinggi, yaitu $4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$). Hal ini dapat menyebabkan tubuh dapat mempertahankan suhu konstan melalui mekanisme penguapan/keringat dan

vasolidatasi. Setiap gram air yang menguap membutuhkan 2.430 kJ energi, menjadikannya mekanisme pendinginan yang sangat efisien. Hipotalamus mengatur termoregulasi melalui pusat termoregulasi yang terintegrasi dengan sistem kardiovaskular.

- d. Pelumasan, air berperan dalam pembentukan cairan sinovial untuk pelumasan sendi (viskositas 2-3 cP pada suhu tubuh), cairan serebrospinal untuk proteksi otak (volume 125-150 mL, diproduksi 500 mL/hari), dan mucus untuk proteksi saluran pencernaan dan pernapasan. Selaput amnion melindungi janin selama kehamilan dengan volume 800-1000 mL pada aterm.
- e. Pemeliharaan Struktur Sel, adanya tekanan osmotik yang dipertahankan oleh air dan elektrolit menjaga integritas struktur seluler dan mencegah kolaps atau pembengkakan sel. Pompa $\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase mengkonsumsi 20-40% total ATP seluler untuk mempertahankan gradien elektrokimia. Aquaporin, protein channel air, memfasilitasi transport air melintasi membran dengan kapasitas hingga 3 miliar molekul air per detik per channel (Verkman, 2013).

Menjaga keseimbangan air pada tubuh penting untuk mempertahankan kinerja kognitif dan fisik. Seperti yang telah didiskusikan diatas, bahwa apabila tubuh kekurangan air, bahkan 1-2% dari berat badan dapat mengganggu kinerja fisik. Kekurangan air sebanyak 5-7% dari berat badan akan menyebabkan dispnea, sakit kepala, pusing, dan apati.

B. Elektrolit Sebagai Nutrisi Tubuh

Selain air, elektrolit juga menjadi elemen penting dalam tubuh. Elektrolit merupakan substansi yang akan larut dalam air dan terurai menjadi muatan listrik. Ion-ion ini memungkinkan konduksi listrik dan berperan penting dalam menjaga keseimbangan asam-basa, osmolaritas, dan fungsi neuromuskular. Menjaga keseimbangan air bersama dengan keseimbangan elektrolit penting untuk mempertahankan kinerja tubuh. Orang yang mengonsumsi

air dalam jumlah berlebihan selama aktivitas fisik dapat menyebabkan pengenceran elektrolit plasma yang relative cepat jika ginjal tidak mampu mengeluarkan cairan tersebut. Hal ini dapat menyebabkan pembengkakan intracranial dan perkembangan intoksikasi air yang merupakan suatu sindrom yang dimanifestasikan oleh adanya perubahan fungsi system saraf pusat, mual, dan gangguan kemampuan fisik (Latzka & Montain, 1999).

Elektrolit dalam tubuh manusia dapat diklasifikasikan berdasarkan tiga kriteria utama yang saling terkait. Berdasarkan muatan listriknya, yaitu:

1. Kation yang bermuatan positif seperti natrium (Na^+), kalium (K^+), kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), dan amonium (NH_4^+).
2. Anion yang bermuatan negatif meliputi klorida (Cl^-), bikarbonat (HCO_3^-), fosfat (PO_4^{3-}), sulfat (SO_4^{2-}), dan protein bermuatan negatif.

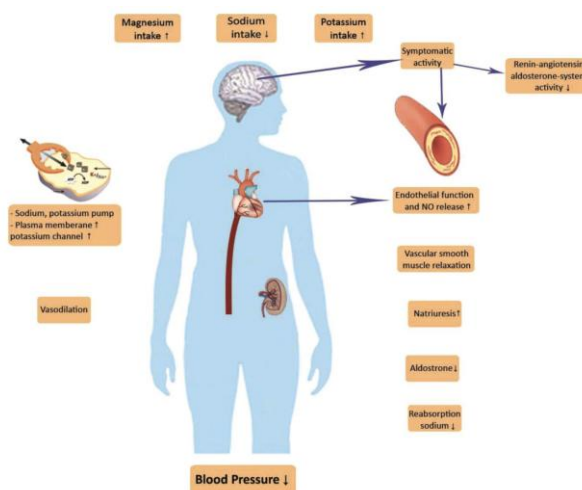
Selain itu, elektrolit juga dapat diklasifikasikan berdasarkan konsentrasi dalam plasma membedakan elektrolit mayor dengan konsentrasi lebih dari 5 mEq/L yang mencakup natrium, kalium, klorida, dan bikarbonat, serta elektrolit minor dengan konsentrasi kurang dari 5 mEq/L seperti kalsium, magnesium, dan fosfat. Sementara itu, berdasarkan lokasi distribusinya, elektrolit ekstraseluler seperti natrium, klorida, dan bikarbonat dominan berada di luar sel, elektrolit intraseluler seperti kalium, magnesium, dan fosfat lebih banyak di dalam sel, sedangkan kalsium merupakan elektrolit campuran yang terdistribusi baik di dalam maupun di luar sel.

Prinsip elektroneutralitas menjadi dasar fundamental keseimbangan elektrolit, yang mengharuskan total muatan kation sama dengan total muatan anion dalam setiap kompartemen cairan tubuh. Konsep anion gap yang dihitung sebagai selisih antara kation utama ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) dengan anion utama ($\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-$) normalnya berkisar 8-16 mEq/L dan mencerminkan keberadaan anion yang tidak terukur seperti fosfat, sulfat, dan protein. Nilai anion gap ini menjadi parameter penting dalam evaluasi klinis gangguan keseimbangan asam-basa dan elektrolit. Beberapa fungsi elektrolit utama, yaitu:

1. Natrium

Natirum sebagai elektrolit utama cairan ekstraseluler memiliki konsentrasi normal 135-145 mEq/L dan memiliki fungsi penting dalam regulasi

volume cairan ekstraseluler serta tekanan darah. Asupan harian yang direkomendasikan untuk dewasa adalah 3950 mg/ hari pada tahun yang dapat diperoleh dari garam dapur, makanan olahan, keju, dan daging olahan (Powles et al., 2013). Fungsi fisiologis natrium meliputi transmisi impuls saraf dan kontraksi otot, absorpsi glukosa dan asam amino di usus halus, serta pemeliharaan keseimbangan asam-basa. Selain itu, Natrium menjadi kation utama dalam cairan ekstraseluler dan berfungsi sebagai determinan osmotik dalam mengatur cairan ekstraseluler dan volume plasma. Hal ini penting untuk menyeimbangkan kadar air dalam tubuh serta mengatur fungsi otot dan syaraf. Natrium juga dapat berfungsi sebagai pemompa transmembrane NaC-KC-ATPase, yang menghasilkan translokasi elektrogenik aktif NaC dan KC melintasi membrane plamsa pada sebagian besar sel. Keseimbangan antara asupan, ekskresi, dan cairan ekstraseluler Na mengatur retensi Na dalam keadaan normal. Berbagai regulator, termasuk sistem renin-angiotensin-aldosteron (RAAS) melalui sistem saraf simpatis dan baroreseptor karotis dan peptida natriuretik arteri, terlibat dalam regulasi Na (Coffman, 2014). Gambar 1 menunjukkan metabolisme Na dalam tubuh.



Gambar 4.1 Metabolisme Na, Magnesium, dan Potasium dalam tubuh (Mohammadifard et al., 2019)

2. Kalium

Kalium merupakan elektrolit utama cairan intraseluler dengan konsentrasi intraseluler 135-150 mEq/L dan ekstraseluler 3,5-5,0 mEq/L. Komposisi kation pada intraseluler mencapai 98% (Ekmekcioglu et al., 2016). Kebutuhan harian kalium 3.500-4.700 mg dapat dipenuhi dari pisang, jeruk, kentang, bayam, dan kacang-kacangan. Kalium berperan penting dalam regulasi kontraksi otot jantung dan rangka, transmisi impuls saraf, regulasi tekanan darah melalui efek vasodilatasi, serta aktivasi berbagai enzim dalam metabolisme karbohidrat dan protein. Selain itu, kalium berfungsi sebagai potensial membrane sel dan mengatur metabolisme air dan Na dalam sel melalui osmolaritas intraseluler, keseimbangan asam basa, normalisasi detak jantung, pengendalian impuls syaraf pada otot, berpartisipasi dalam biosintesis protein dan konversi gula darah menjadi glikogen serta aktivasi sejumlah enzim yang terlibat dalam produksi energi (Mohammadifard et al., 2019)

3. Klorida

Klorida sebagai anion utama cairan ekstraseluler memiliki konsentrasi normal 95-105 mEq/L dengan asupan yang mengikuti natrium dalam rasio Na:Cl sekitar 1:1,5. Elektrolit ini berfungsi dalam pemeliharaan tekanan osmotik dan keseimbangan cairan, sebagai komponen asam lambung (HCl) untuk pencernaan, transportasi CO₂ dalam darah melalui mekanisme chloride shift, dan regulasi keseimbangan asam-basa. Bikarbonat dengan konsentrasi plasma normal 22-26 mEq/L diproduksi dalam tubuh melalui metabolisme dan berfungsi sebagai sistem buffer utama dalam darah untuk mempertahankan pH darah normal 7,35-7,45, transportasi CO₂ dari jaringan ke paru-paru, dan regulasi keseimbangan asam-basa di ginjal.

4. Kalsium

Kalsium dengan konsentrasi serum normal 8,5-10,5 mg/dL memerlukan asupan harian 1.000-1.200 mg yang dapat diperoleh dari susu, keju, sayuran hijau, dan ikan dengan tulang. Fungsi fisiologisnya mencakup kontraksi otot dan konduksi saraf, koagulasi darah dan hemostasis, mineralisasi tulang dan gigi, aktivasi berbagai enzim dan hormon, serta stabilisasi membran sel.

5. Magnesium

Magnesium dengan konsentrasi di serum 1,5-2,5 mEq/L dan kebutuhan harian 310-420 mg yang terdapat dalam kacang-kacangan, biji-bijian utuh, dan sayuran hijau. Magnesium merupakan mineral berlimpah yang dibutuhkan oleh sel-sel hidup dalam tubuh manusia, memainkan peran penting sebagai kofaktor dalam sekitar 300 reaksi metabolik. Magnesium terlibat dalam beberapa fungsi fisiologis dan biokimia penting dalam tubuh, seperti bertindak sebagai koenzim dalam produksi DNA, RNA, protein, dan energi, serta penyimpanan energi, stabilitas membran mitokondria, pemeliharaan fungsi otot dan saraf normal, irama jantung normal, tonus otot polos vaskular, fungsi sel endotel, eksitabilitas miokard, tekanan darah normal, integritas tulang, serta metabolisme glukosa dan insulin (Gambar 1). Mg mengatur tekanan darah dengan meningkatkan tonus vascular.

6. Fosfat

Fosfat dengan konsentrasi di serum 2,5-4,5 mg/dL dan kebutuhan harian 700-1.250 mg yang tersedia dalam daging, ikan, susu, dan kacang-kacangan berfungsi sebagai komponen struktur tulang dan gigi dalam bentuk hidroksiapatit, komponen fosfolipid membran sel, sistem buffer intraseluler, metabolisme energi, dan komponen asam nukleat DNA dan RNA.

Selain elektrolit diatas, terdapat Iodin yang merupakan mikronutrien esensial untuk menjaga fungsi tubuh normal, dan konsumsinya bergantung pada distribusi di lingkungan, dan asupan yang tidak mencukupi atau berlebihan mengakibatkan disfungsi tiroid. Berdasarkan paparan diatas, dapat dipahami bahwa elektrolit memiliki fungsi vital dalam tubuh manusia sebagai pengatur berbagai sistem fisiologis. Elektrolit berperan penting dalam mengatur fungsi saraf dan otot, mempertahankan keseimbangan asam-basa dalam darah, serta menjaga keseimbangan cairan tubuh. Namun, gangguan keseimbangan elektrolit utama seperti natrium (Na), kalium (K), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca) ternyata sangat sering terjadi dan dapat membahayakan kesehatan. Ketidakseimbangan ini dapat memicu berbagai penyakit kardiovaskular yang serius, termasuk hipertensi, penyakit jantung koroner, kardiomiopati, gagal jantung, dan aritmia.

Mengingat risiko tersebut, para ahli kesehatan umumnya merekomendasikan untuk memastikan asupan vitamin dan mineral yang memadai melalui diet seimbang atau suplemen jika diperlukan. Tujuan utama pemberian suplemen mikronutrien adalah untuk mencegah penyakit jantung dan kanker dengan mengurangi faktor risiko yang terkait, terutama peradangan dan stres oksidatif. Pendekatan ini didasarkan pada pemahaman bahwa defisiensi mikronutrien dapat berkontribusi terhadap perkembangan penyakit kronis (Mohammadifard et al., 2019).

Namun, hasil penelitian terbaru pada manusia menunjukkan temuan yang cukup mengejutkan dan berlawanan dengan ekspektasi umum. Tidak ada bukti konsisten yang menunjukkan bahwa suplemen vitamin dan mineral dapat secara signifikan mempengaruhi penyakit jantung, mengurangi risiko kanker, atau menurunkan angka kematian secara keseluruhan pada individu sehat tanpa defisiensi nutrisi yang diketahui. Temuan ini menantang paradigma umum tentang manfaat universal suplementasi dan menunjukkan kompleksitas hubungan antara nutrisi dan kesehatan. Kesenjangan dalam penelitian juga menjadi perhatian penting dalam bidang ini. Meskipun banyak penelitian telah menguji manfaat vitamin untuk kesehatan jantung, hanya sedikit penelitian yang secara komprehensif dan kritis meneliti efek mineral terhadap kesehatan jantung. Selain itu, masih kurang penelitian tentang pencegahan primer penyakit jantung dan kanker melalui suplementasi mikronutrien, serta informasi terbatas tentang manfaat, risiko, aplikasi klinis, indikasi dan kontraindikasi penggunaan mineral dalam praktik medis. Diantara berbagai mineral yang ada, empat elektrolit utama—natrium, kalium, magnesium, dan kalsium—memiliki pengaruh yang sangat signifikan dan langsung terhadap kesehatan jantung dan pembuluh darah. Keseimbangan elektrolit ini dapat secara langsung mempengaruhi tekanan darah, fungsi otot jantung, irama jantung, dan kesehatan pembuluh darah secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang peran elektrolit dalam kesehatan kardiovaskular menjadi sangat penting untuk pengembangan strategi pencegahan dan pengobatan yang efektif. Meskipun suplemen vitamin dan mineral sering dipromosikan untuk

kesehatan jantung, bukti ilmiah menunjukkan hasil yang beragam dan kompleks (Mohammadifard et al., 2019).

Daftar Pustaka

- Coffman, T. M. (2014). The inextricable role of the kidney in hypertension. *Journal of Clinical Investigation*, 124(6), 2341–2347. <https://doi.org/10.1172/JCI72274>
- Desy Dwi Aprillia, A. K. (2014). Konsumsi Air Putih, Status Gizi, Dan Status Kesehatan Penghuni Panti Werda Di Kabupaten Pacitan. *J. Gizi Pangan*, 9(3), 167–172.
- Ekmekcioglu, C., Elmadfa, I., Meyer, A. L., & Moeslinger, T. (2016). The role of dietary potassium in hypertension and diabetes. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 72(1), 93–106. <https://doi.org/10.1007/s13105-015-0449-1>
- Godlewski, S. (1972). [Clinical examination of a patient with sciatica or lumbosciatica]. *La Revue Du Praticien*, 22(23), 3107–3117.
- Latzka, W. A., & Montain, S. J. (1999). Water And Electrolyte Requirements For Exercise. *Clinics in Sports Medicine*, 18(3), 513–524. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(05\)70165-4](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(05)70165-4)
- Miller, J. D., Workman, C. L., Panchang, S. V., Sneegas, G., Adams, E. A., Young, S. L., & Thompson, A. L. (2021). Water Security and Nutrition: Current Knowledge and Research Opportunities. *Advances in Nutrition*, 12(6), 2525–2539. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab075>
- Mohammadifard, N., Gotay, C., Humphries, K. H., Ignaszewski, A., Esmailzadeh, A., & Sarrafzadegan, N. (2019a). Electrolyte minerals intake and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(15), 2375–2385. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1453474>
- Powles, J., Fahimi, S., Micha, R., Khatibzadeh, S., Shi, P., Ezzati, M., Engell, R. E., Lim, S. S., Danaei, G., & Mozaffarian, D. (2013). Global, regional and national sodium intakes in 1990 and 2010: a systematic analysis of 24 h urinary sodium excretion and dietary surveys worldwide. *BMJ Open*, 3(12), e003733. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-003733>

BAB 5

Penilaian Status Gizi

Andra Vidyarini, S.Gz., M.Si

A. Definisi dan Tujuan Penilaian Status Gizi

Penilaian status gizi memiliki beberapa definisi. Menurut Gibson (2005), Penilaian status gizi adalah proses sistematis untuk mengumpulkan, menginterpretasikan, dan menggunakan informasi yang berkaitan dengan status gizi individu atau populasi berdasarkan data dari berbagai metode, termasuk antropometri, biokimia, klinis, dan asupan makanan. Penilaian status gizi adalah suatu proses sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kondisi gizi individu atau populasi, dengan tujuan menentukan apakah status gizinya normal, kurang, atau lebih. Penilaian ini dapat dilakukan melalui pendekatan antropometri, biokimia, klinis, dan dietetik (Gibney et al., 2022). Menurut World Health Organization (WHO), penilaian status gizi merupakan bagian penting dalam pemantauan kesehatan masyarakat dan pengambilan keputusan dalam intervensi gizi (WHO, 2020). Penilaian ini memberikan gambaran objektif mengenai hubungan antara asupan zat gizi, kesehatan, dan fungsi tubuh.

Penilaian status gizi memiliki lima tujuan utama, yaitu:

1. Mengidentifikasi individu atau kelompok yang berisiko mengalami masalah gizi, seperti kekurangan energi kronis, obesitas, anemia, atau defisiensi mikronutrien (Lee & Nieman, 2019).
2. Menentukan jenis dan tingkat keparahan masalah gizi, baik secara individu maupun populasi, guna merancang intervensi gizi yang tepat sasaran (Gibney et al., 2022).
3. Mengevaluasi efektivitas program intervensi gizi, misalnya dalam program suplementasi zat gizi,

pemberian makanan tambahan, atau edukasi gizi (Muehlhoff et al., 2020).

4. Memonitor tren status gizi dari waktu ke waktu, sebagai dasar perencanaan kebijakan dan program kesehatan nasional maupun internasional (WHO, 2020).
5. Mendukung diagnosis klinis dan pengambilan keputusan medis pada pasien di lingkungan pelayanan kesehatan (Anderson et al., 2021).

B. Metode Penilaian Status Gizi

Secara umum, penilaian status gizi dibagi menjadi dua, yaitu penilaian langsung dan tidak langsung. Penilaian langsung adalah penilaian status gizi menggunakan data individu untuk menilai status gizi secara spesifik. Sedangkan, Penilaian tidak langsung merupakan penilaian status gizi menggunakan data sekunder atau data populasi untuk memprediksi status gizi masyarakat.

Tabel 5.1 Perbandingan antara metode penilaian status gizi

Aspek	Penilaian Langsung	Penilaian Tidak Langsung
Fokus	Individu	Populasi
Metode	Antropometri, klinis, biokimia	Data statistik, ekonomi, pangan
Tujuan	Diagnosis, skrining	Perencanaan program, kebijakan

Gibson (2005) menekankan pentingnya menggunakan pendekatan ganda (multiple methods) untuk meningkatkan keakuratan diagnosis status gizi, karena masing-masing metode memiliki keterbatasan bila digunakan secara terpisah.

1. Penilaian Langsung

Penilaian langsung meliputi penilaian antropometri, pemeriksaan klinis, pemeriksaan biokimia dan pemeriksaan biofisik

a. Pemeriksaan Antropometri

Penilaian antropometri adalah pengukuran dimensi fisik dan komposisi tubuh manusia, seperti berat badan, tinggi badan, lingkaran lengan atas (LiLA), dan

indeks massa tubuh (IMT) untuk menilai status gizi individu atau kelompok. Parameter yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah :

- Tinggi badan menurut umur (TB/U)
- Berat badan menurut umur (BB/U)
- Berat badan menurut tinggi badan (BB/TB)
- Indeks Massa Tubuh (IMT/U)
- Lingkar lengan atas (LiLA)
- Tebal lemak bawah kulit (skinfold)

Pemeriksaan antropometri memiliki kelebihan yaitu (1) Mudah dilakukan; (2) Tidak invasive; (3) Murah dan dapat diaplikasikan di lapangan. Sedangkan keterbatasan dalam pengukuran antropometri adalah (1) Dipengaruhi oleh kondisi hidrasi, edema, dan umur biologis; (2) Membutuhkan standar acuan yang sesuai.

b. Pemeriksaan Klinis

Metode ini dilakukan dengan observasi fisik terhadap tanda-tanda klinis defisiensi zat gizi tertentu yang tampak pada tubuh, seperti rambut rontok, kulit kering, pembengkakan, luka di sudut bibir, dan lain-lain. Contoh tanda klinis defisiensi yang dapat ditemui di masyarakat antara lain:

- Defisiensi vitamin A : xerophthalmia (mata kering)
- Defisiensi vitamin B1 : beri-beri
- Defisiensi zat besi : pucat, kelelahan
- Defisiensi protein : edema, rambut mudah dicabut

Pemeriksaan klinis memiliki kelebihan yaitu (1) Cepat dan murah; dan (2) Dapat langsung mendeteksi gejala klinis yang nyata. Sedangkan keterbatasan dalam pengukuran antropometri adalah (1) Kurang sensitif pada tahap awal kekurangan gizi; (2) Tanda fisik bisa disebabkan oleh lebih dari satu jenis kekurangan zat gizi; (3) Memerlukan tenaga terlatih.

c. Pemeriksaan Biokimia

Penilaian biokimia melibatkan analisis laboratorium terhadap sampel biologis (seperti darah, urin, atau tinja) untuk mengetahui kadar zat gizi atau indikator

metabolik tubuh. Parameter biokimia yang biasa digunakan dalam penilaian status gizi antara lain:

- Hemoglobin untuk anemia (zat besi)
- Serum albumin untuk status protein
- Retinol plasma untuk status vitamin A
- Zinc, ferritin, folat, dan vitamin B12
- Ekskresi nitrogen urin untuk penilaian status protein

Pemeriksaan biokimia memiliki kelebihan yaitu (1) Objektif dan akurat; (2) Dapat mendeteksi defisiensi sebelum muncul gejala klinis; dan (3) lebih sensitive dan mendeteksi dalam kondisi defisiensi awal. Sedangkan keterbatasan dalam pengukuran antropometri adalah (1) Mahal dan memerlukan fasilitas laboratorium; (2) Hasil dipengaruhi oleh infeksi dan kondisi metabolik; (3) Memerlukan waktu yang lama dalam proses pemeriksaan.

d. Pemeriksaan biofisik

Metode biofisik adalah cara penilaian status gizi yang mengukur fungsi fisiologis atau struktur tubuh secara langsung, dengan menggunakan alat atau prosedur tertentu, untuk mengetahui adanya perubahan akibat defisiensi atau kelebihan zat gizi. Metode ini berfokus pada fungsi organ tubuh dan aktivitas biologis yang terpengaruh oleh status gizi, misalnya penglihatan, aktivitas otot, atau aktivitas enzimatik. Beberapa indikator penilaian biofisik antara lain

- Uji adaptasi gelap : untuk mendeteksi defisiensi vitamin A (Gibson, 2005)
- Elektromiografi Otot : untuk menilai kecukupan vitamin B1 (Shils et al. 2017)
- Pengukuran konduktansi Listrik kulit : untuk melihat status hidrasi atau kadar elektrolit tubuh (Kyle et al. 2004)

Metode pemeriksaan biofisik memiliki kelebihan dapat mendeteksi gangguan gizi spesifik akibat defisiensi zat gizi, tidak dipengaruhi asupan pangan jangka pendek dan memberikan informasi terkait fungsi fisiologi

tidak hanya ukuran. Sedangkan kekurangannya adalah membutuhkan peralatan dan tenaga yang ahli, memerlukan dukungan metode pemeriksaan status gizi lainnya serta biaya yang tinggi

2. Penilaian Tidak Langsung

Penilaian status gizi tidak langsung adalah metode penilaian yang menggunakan data tidak secara langsung berasal dari individu, melainkan dari informasi atau indikator yang berhubungan dengan status gizi suatu kelompok atau populasi. Pendekatan ini lebih banyak digunakan dalam survei populasi besar, pemantauan program gizi, dan penentuan risiko gizi secara umum pada masyarakat.

Tujuan dari utama dari penilaian status gizi tidak langsung adalah memberikan deskripsi terkait pola konsumsi makanan dan kecukupan gizi individu maupun masyarakat; mengidentifikasi faktor yang dapat menyebabkan permasalahan gizi; dan mengidentifikasi upaya intervensi yang relevan untuk menuntaskan permasalahan gizi di masyarakat. Menurut Gibson (2005), penilaian tidak langsung mencakup evaluasi terhadap indikator lingkungan, ekonomi, sosial, dan penggunaan layanan kesehatan yang dapat memengaruhi status gizi populasi.

a. Survei Konsumsi Makanan (*Dietary Survey*)

Survei konsumsi makanan dapat disebut juga pemeriksaan dietary atau asupan makanan merupakan salah satu pemeriksaan langsung dengan melihat asupan makan dari responden. Penilaian ini dilakukan dengan mengukur asupan makanan dan minuman individu untuk memperkirakan kecukupan zat gizi yang dikonsumsi. Metode yang umum digunakan dalam survei konsumsi antara lain:

- *Recall* 24 jam (makanan yang dikonsumsi dalam 24 jam terakhir)
- *Food Frequency Questionnaire* (FFQ)
- *Food Record* (catatan makanan harian)
- *Dietary History* (riwayat kebiasaan makan)

Metode survei konsumsi pangan terdiri dari kualitatif (menggambarkan jenis makanan yang dikonsumsi misal FFQ, *Dietary History*) dan kuantitatif (mengukur makanan yang dikonsumsi; misal *recall* 24 jam, *food weighing* dll)

b. Statistik Vital

Status vital mengacu pada angka-angka statistik yang berkaitan dengan kelahiran, kematian, dan pertumbuhan penduduk, yang dapat mencerminkan kondisi kesehatan dan gizi masyarakat. Data yang digunakan dalam menilai status gizi melalui data statistik antara lain:

- Angka Kematian Bayi (AKB/IMR)
- Angka Kematian Balita (U5MR)
- Angka Harapan Hidup
- Angka Kelahiran Berat Rendah (BBLR)
- Data kematian ibu hamil dan nifas
- Prevalensi penyakit infeksi

Data tersebut akan diolah dan digunakan untuk menganalisis hubungan antara status gizi dan kondisi Kesehatan di masyarakat. Menurut WHO (2022), pemantauan angka kematian balita penting sebagai salah satu indikator status kesehatan dan gizi suatu negara.

c. Faktor Ekologi

Faktor ekologi mencakup kondisi lingkungan fisik, sosial, ekonomi, dan budaya yang memengaruhi status gizi, baik secara langsung maupun tidak langsung. Beberapa faktor ekologi yang dapat digunakan dalam penilaian status gizi tidak langsung adalah

- Tingkat pendapatan dan kemiskinan
- Tingkat Pendidikan
- Sanitasi dan air bersih
- Akses pelayanan kesehatan

Tingkat pendidikan ibu secara signifikan dikaitkan dengan status gizi anak, karena pendidikan

memengaruhi pengetahuan tentang pola makan dan perawatan kesehatan anak (Black et al., 2013).

Penilaian status gizi tidak langsung melalui indikator status vital dan faktor ekologi penting dalam pemetaan masalah gizi secara populasi. Metode ini efektif untuk analisis program kesehatan masyarakat, intervensi kebijakan, serta evaluasi dampak sosial-ekonomi terhadap gizi. Program yang diarahkan untuk meningkatkan cakupan imunisasi dan suplemen zat gizi terbukti menurunkan prevalensi malnutrisi kronis (Bhutta et al., 2020)

C. Klasifikasi Penilaian Status Gizi

Penilaian status gizi sangat penting dalam bidang kesehatan masyarakat, klinis, dan penelitian karena dapat menunjukkan risiko penyakit, kualitas hidup, dan kebutuhan intervensi gizi. Klasifikasi status gizi adalah upaya untuk mengelompokkan individu atau populasi berdasarkan kondisi gizi mereka, baik yang berkaitan dengan kelebihan maupun kekurangan gizi. Indikator antropometri, terutama indeks massa tubuh (IMT), berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TB/U), dan indeks massa tubuh (BB/TB), adalah cara paling umum untuk mengklasifikasikan status gizi berdasarkan data konsumsi pangan, biokimia, dan klinis.

1. Status Gizi pada Anak

Berdasarkan standar WHO 2006, klasifikasi status gizi anak dilakukan dengan menghitung skor Z dari indikator berikut:

- a. BB/U (Berat Badan menurut Umur): Menggambarkan status gizi secara umum.
- b. TB/U (Tinggi Badan menurut Umur): Menggambarkan status gizi jangka panjang (stunting).
- c. BB/TB (Berat Badan menurut Tinggi Badan): Menggambarkan status gizi akut (wasting).
- d. IMT/U (Indeks Massa Tubuh menurut Umur): Digunakan pada anak usia >2 tahun sebagai alternatif BB/TB.

Status gizi pada anak mengikuti cut off point yang ditentukan oleh WHO Child Growth Standards. Standar ini digunakan secara global sebagai referensi dalam penilaian status gizi anak 0 – 59 bulan dan menggunakan Z-Score untuk membandingkan pertumbuhan individu berdasar rujukan WHO. Adapun standar Z-Score berdasarkan WHO Child Growth Standards, yaitu :

- a. Z-score > +2 SD: Gizi lebih
- b. Z-score antara -2 SD sampai +2 SD: Gizi baik/normal
- c. Z-score < -2 SD s/d -3 SD: Gizi kurang
- d. Z-score < -3 SD: Gizi buruk (*severely wasted atau severely stunted*)

2. Status Gizi pada Remaja dan Dewasa

Klasifikasi status gizi remaja dan dewasa berbeda dengan penilaian status gizi pada anak. Pada usia remaja (5 – 18 tahun) pengukuran status gizi menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT) dibandingkan dengan umur (IMT/U). Rumus IMT adalah

$$\text{IMT} = \text{Berat badan (kg)} / (\text{Tinggi badan (m)})^2$$

Kategori IMT berdasarkan WHO (2020c) adalah:

- a. Kurus : <18,5 kg/m²
- b. Normal : 18,5–24,9 kg/m²
- c. Gemuk (overweight) : 25,0–29,9 kg/m²
- d. Obesitas : ≥30,0 kg/m²
- e. Obesitas Kelas I: 30,0–34,9
- f. Obesitas Kelas II: 35,0–39,9
- g. Obesitas Kelas III: ≥40,0

3. Klasifikasi berdasarkan Lingkar Lengan Atas

Lingkar lengan atas (LILA) digunakan untuk menilai status gizi pada anak usia 6–59 bulan dan ibu hamil.

- a. Anak (6–59 bulan)
 - <11,5 cm: Gizi buruk (*severely wasted*)
 - 11,5–12,5 cm: Gizi kurang (*moderate wasting*)
 - ≥12,5 cm: Gizi baik
- b. Ibu Hamil
 - LILA <23,5 cm: Risiko KEK (*Kurang Energi Kronik*)

- LILA $\geq 23,5$ cm: Cukup gizi
(Kemenkes, 2023)

4. Klasifikasi berdasarkan Data Biokimia

Indikator ini menggunakan analisis darah, urin, atau cairan tubuh lainnya, seperti:

- a. Kadar Hb (anemia),
- b. Kadar serum ferritin (defisiensi zat besi),
- c. Serum albumin (status protein),
- d. Vitamin A serum.

Secara umum, status gizi dibagi menjadi status gizi akut dan kronis. Status gizi kronis menunjukkan kondisi gizi jangka pendek yang disebabkan oleh asupan makanan yang tidak memadai atau penyakit infeksi akut, terutama dalam waktu singkat. Status gizi akut pada anak digambarkan dengan indikator BB/TB (wasting).

Di sisi lain, status gizi akut pada anak digambarkan dengan indikator BB/TB (wasting). Status gizi kronis digambarkan dengan mengalami kekurangan gizi yang berulang atau berlangsung lama, yang biasanya disebabkan oleh faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan. Untuk menilai massa tubuh seseorang, indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U) digunakan terutama pada anak-anak dan remaja dalam rentang usia 5 hingga 19 tahun.

D. Faktor yang Mempengaruhi Status Gizi

Status gizi merupakan cerminan keseimbangan antara asupan zat gizi dan kebutuhan tubuh, yang dipengaruhi oleh banyak faktor, baik dari individu maupun lingkungan sekitarnya. Pemahaman menyeluruh mengenai faktor-faktor yang memengaruhi status gizi sangat penting dalam upaya pencegahan dan penanggulangan masalah malnutrisi, baik yang bersifat akut maupun kronis. Berdasarkan kerangka konseptual dari UNICEF (1990; diperbarui 2021), faktor-faktor tersebut dikategorikan menjadi faktor langsung (proksimal), tidak langsung (intermediate), dan faktor dasar (underlying/struktural). Interaksi rumit antara faktor langsung, tidak langsung, dan dasar sistemik memengaruhi status gizi. Intervensi gizi yang efektif harus mempertimbangkan semua determinan ini secara menyeluruh, memasukkan lintas sektor

seperti kesehatan, pendidikan, pertanian, dan pembangunan sosial.

1. Faktor Langsung (Proksimal)

Faktor langsung adalah penyebab utama dari permasalahan gizi pada individu, yaitu dari segi asupan makanan dan status Kesehatan individu khususnya penyakit infeksi. Menurut Dewey dan Begum (2011), gangguan pertumbuhan linear, atau stunting, yang bertahan hingga dewasa dapat disebabkan oleh asupan gizi yang tidak memadai pada masa awal kehidupan. Status gizi yang buruk, terutama kekurangan energi protein (KEP) dan mikronutrien seperti zat besi, vitamin A, dan seng, dapat disebabkan oleh asupan makanan yang tidak mencukupi, baik secara kualitas maupun kuantitas. Tubuh memerlukan asupan gizi yang ideal untuk berkembang, bertahan, dan melakukan fungsi normalnya.

Namun, penyakit infeksi seperti diare, infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), TBC, dan malaria dapat mempercepat degradasi status gizi dengan meningkatkan kebutuhan energi, menurunkan nafsu makan, dan mengganggu penyerapan zat gizi. Black et al. (2013) menunjukkan bahwa siklus yang saling memperburuk antara penyakit infeksi dan kekurangan gizi, terutama pada anak-anak di negara berkembang.

2. Faktor Tidak Langsung (Intermediate)

Faktor tidak langsung berhubungan dengan sistem dan lingkungan yang memengaruhi kecukupan asupan makanan dan status kesehatan seseorang. Beberapa faktor tidak langsung seperti pola asuh dan perilaku gizi; akses terhadap layanan Kesehatan; dan ketersediaan air bersih dan sanitasi. Status gizi anak sangat bergantung pada pola pengasuhan yang tepat, yang mencakup pemberian ASI eksklusif kepada anak, pemberian makan tambahan untuk anak, dan perhatian pada perkembangan. UNICEF (2021) menekankan bahwa untuk mencegah wasting dan stunting, sangat penting untuk memberi makan bayi dan anak yang sesuai usia.

Akses yang buruk terhadap fasilitas dan tenaga kesehatan mempersulit identifikasi dan penanganan gangguan gizi. Imunisasi, pemantauan pertumbuhan, dan pengobatan infeksi adalah bagian penting dari status gizi. Humphrey (2009) mencatat bahwa enteropati lingkungan tropis, yang mengganggu penyerapan gizi, disebabkan oleh sanitasi yang buruk dan praktik kebersihan yang tidak memadai. Lingkungan dengan air yang tidak higienis dan sanitasi yang buruk meningkatkan risiko penyakit menular seperti diare dan infeksi cacing usus, yang memperburuk status gizi.

3. Faktor Dasar (Struktural)

Sistem ekonomi, sosial, dan politik merupakan akar penyebab malnutrisi. Kemiskinan menghalangi akses ke pendidikan, makanan sehat, dan perawatan medis. Ketahanan pangan rumah tangga sangat penting untuk memastikan akses dan ketersediaan makanan yang cukup dan bergizi. Status gizi anak berkorelasi kuat dengan tingkat pendidikan, terutama pendidikan ibu. Ibu dengan pendidikan yang lebih tinggi memiliki pengetahuan yang lebih baik tentang pola asuh, kesehatan, dan gizi. Smith dan Haddad (2015) menunjukkan bahwa prevalensi stunting di berbagai negara berkembang secara signifikan dikurangi dengan peningkatan pendidikan perempuan.

4. Kelompok Rentan

Beberapa kelompok memiliki kebutuhan gizi khusus dan lebih rentan terhadap malnutrisi, seperti:

- a. Bayi dan balita: masa pertumbuhan pesat yang membutuhkan asupan gizi tinggi.
- b. Remaja: masa pubertas dengan peningkatan kebutuhan gizi.
- c. Ibu hamil dan menyusui: kebutuhan gizi meningkat untuk mendukung janin dan produksi ASI.
- d. Lansia: memiliki risiko kekurangan gizi karena penurunan fungsi tubuh dan kondisi Kesehatan.

E. Tantangan dan Inovasi dalam Penilaian Gizi

Salah satu langkah penting dalam memantau kesehatan individu dan populasi adalah penilaian status gizi. Namun, ada banyak masalah saat melakukannya di lapangan. Keterbatasan pada metode antropometri konvensional, seperti pengukuran berat badan, tinggi badan, dan indeks massa tubuh (IMT), merupakan hambatan utama dalam melakukan pengukuran gizi yang akurat dan konsisten. Selain itu, kurangnya akses terhadap alat dan tenaga kesehatan di daerah terpencil juga menjadi hambatan besar dalam melakukan pengukuran gizi yang akurat dan konsisten (Wells & Fewtrell, 2020). Sebaliknya, menemukan penyebab utama malnutrisi secara menyeluruh menjadi sulit karena data sosial ekonomi dan pola konsumsi tidak terintegrasi dengan data gizi (Günther et al., 2021). Salah satu masalahnya adalah bahwa referensi pertumbuhan global seperti Organisasi Kesehatan Dunia mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan variasi genetik, etnik, dan budaya lokal, yang menyebabkan interpretasi data menjadi tidak akurat (Nguyen et al., 2020).

Dalam beberapa tahun terakhir, banyak inovasi telah dibuat untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut. Salah satunya adalah penggunaan teknologi digital dan aplikasi berbasis ponsel, yang memungkinkan pencatatan data antropometri dan asupan makanan secara real-time di lokasi dengan akses terbatas (Druet & Atkinson, 2022). Selain itu, metode penilaian komposisi tubuh seperti bioelectrical impedance analysis (BIA) dan dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) lebih efisien daripada metode konvensional (Kyle et al., 2021). Penggunaan AI untuk menganalisis data gizi populasi dan prediksi risiko malnutrisi menggunakan algoritma pembelajaran mesin juga merupakan kemajuan baru (Abdulrazak et al., 2023). Para peneliti di bidang laboratorium mulai mengembangkan biomarker nutrisi generasi baru dari darah, urin, dan bahkan mikrobioma untuk mendeteksi kekurangan gizi sejak dini (Van der Velde et al., 2019). Indonesia memiliki sistem informasi digital seperti e-PPGBM untuk memantau status gizi nasional secara berkelanjutan di tingkat komunitas (Ministry of Health Republic of Indonesia, 2023).

Daftar Pustaka

- Abdulrazak, M., Al-Omari, B., & Alahmad, B. (2023). Artificial intelligence in nutritional assessment: Opportunities and challenges. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1180496. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1180496>
- Anderson, L. J., Walls, R. J., & Mearns, G. J. (2021). Nutrition assessment: Clinical applications and best practices. *Clinical Nutrition*, 40(2), 450–458. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.08.015>
- Bhutta, Z. A., Das, J. K., Rizvi, A., Gaffey, M. F., Walker, N., Horton, S., ... & Black, R. E. (2020). Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: what can be done and at what cost? *The Lancet*, 382(9890), 452–477. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60996-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60996-4)
- Black, R. E., Victora, C. G., Walker, S. P., Bhutta, Z. A., Christian, P., De Onis, M., ... & Uauy, R. (2013). Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The Lancet*, 382(9890), 427–451. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60937-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60937-X)
- Gibney, M. J., Lanham-New, S. A., Cassidy, A., & Vorster, H. H. (2022). *Introduction to Human Nutrition* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Dewey, K. G., & Begum, K. (2011). Long-term consequences of stunting in early life. *Maternal & Child Nutrition*, 7(Suppl 3), 5–18. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8709.2011.00349.x>
- Druet, C., & Atkinson, R. L. (2022). Mobile health technologies for assessing nutritional status in children. *Pediatric Obesity*, 17(1), e12860. <https://doi.org/10.1111/ijpo.12860>
- Fiorentino, M., et al. (2020). Challenges in implementing nutritional assessment in remote areas. *BMC Nutrition*, 6, 15. <https://doi.org/10.1186/s40795-020-00334-6>
- Gibson, R. S. (2005). *Principles of Nutritional Assessment* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Günther, A. L. B., et al. (2021). A life course approach to nutrition: Integrating dietary patterns and socioeconomic

- factors. *Nutrients*, 13(4), 1212.
<https://doi.org/10.3390/nu13041212>
- Humphrey, J. H. (2009). Child undernutrition, tropical enteropathy, toilets, and handwashing. *The Lancet*, 374(9694), 1032–1035. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60950-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60950-8)
- [Kemkes] Kementrian Kesehatan RI. (2023a). Pedoman Pemantauan Status Gizi di Posyandu. Jakarta: Kemenkes RI.
- [Kemkes] Kementrian Kesehatan RI. (2023b). Sistem Informasi Gizi Terpadu (e-PPGBM). Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., ... & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226–1243.
<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>
- Mahan, L. K., Raymond, J. L., & Escott-Stump, S. (2020). *Krause's Food & the Nutrition Care Process* (15th ed.). Elsevier.
- Lee, R. D., & Nieman, D. C. (2019). *Nutritional Assessment* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Muehlhoff, E., McMahon, D., & Macias, K. (2020). *Nutrition-sensitive agriculture and food systems in practice*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Nguyen, P. H., et al. (2020). Reference standards vs local growth charts: Dilemma in nutrition assessment. *Maternal & Child Nutrition*, 16(3), e12963.
<https://doi.org/10.1111/mcn.12963>
- Shils, M. E., Shike, M., Ross, A. C., Caballero, B., & Cousins, R. J. (Eds.). (2017). *Modern Nutrition in Health and Disease* (11th ed.). Wolters Kluwer.
- Smith, L. C., & Haddad, L. (2015). Reducing child undernutrition: Past drivers and priorities for the post-MDG era. *World Development*, 68, 180–204.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.11.014>

- UNICEF. (2021). Improving young children's diets during the complementary feeding period. <https://www.unicef.org/reports/improving-young-childrens-diets>
- Van der Velde, L. A., et al. (2019). Nutritional biomarkers and their role in early detection of malnutrition. *Advances in Nutrition*, 10(3), 379–388. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy107>
- Wells, J. C. K., & Fewtrell, M. S. (2020). Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood*, 105(6), 564–569. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2019-317874>
- [WHO] World Health Organization. (2020a). Guideline: Assessing and managing children at primary health-care facilities to prevent overweight and obesity in the context of the double burden of malnutrition. WHO Press. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240002724>
- [WHO] World Health Organization. (2020b). Guideline: Assessing and managing children at primary health-care facilities to prevent overweight and obesity in the context of the double burden of malnutrition. WHO Press. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240002724>.
- [WHO] World Health Organization (2020c). Obesity and overweight. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- [WHO] World Health Organization. (2021). WHO child growth standards. Geneva: WHO. <https://www.who.int/tools/child-growth-standards>
- [WHO] World Health Organization. (2022). World Health Statistics 2022: Monitoring Health for the SDGs. World Health Organization. <https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics>

BAB 6

Kebutuhan Gizi Berdasarkan Siklus Kehidupan

Anitatia Ratna Megasari, S.K.M., M.P.H

A. Konsep Gizi dalam Siklus Kehidupan

Gizi dalam siklus kehidupan adalah pendekatan yang menekankan pentingnya pemenuhan kebutuhan zat gizi yang tepat pada setiap tahap perkembangan manusia, mulai dari masa pra-konsepsi hingga usia lanjut. Pendekatan ini didasarkan pada prinsip bahwa status gizi pada satu tahap kehidupan akan memengaruhi kondisi kesehatan dan kualitas hidup pada tahap berikutnya (Black, Walker, Bhutta, & Grantham-mcgregor, 2013).

Prinsip dasar dari pendekatan ini adalah bahwa status gizi seseorang tidak hanya mempengaruhi kesehatannya saat ini, tetapi juga memiliki dampak jangka panjang terhadap kesehatan di masa depan. Misalnya, kekurangan gizi selama 1.000 hari pertama kehidupan (dari masa kehamilan hingga usia 2 tahun) telah terbukti meningkatkan risiko stunting, gangguan perkembangan kognitif, dan penyakit tidak menular di usia dewasa (Victoria, C. G., Christian, P., Vdaletti, L. P., Gatica-Domínguez, G., Menon, P., & Black, 2021). Oleh karena itu, periode ini disebut sebagai *window of opportunity* untuk intervensi gizi yang efektif.

Siklus kehidupan manusia mencakup beberapa fase kritis yang saling terkait, yaitu: pra-konsepsi, kehamilan, bayi, anak-anak, remaja, dewasa, dan lansia. Setiap fase tersebut memiliki kebutuhan nutrisi yang spesifik, yang dipengaruhi oleh pertumbuhan, perkembangan, dan perubahan fisiologis tubuh. Oleh karena itu, intervensi gizi

yang tepat waktu (*timely nutrition interventions*) sangat penting untuk mencegah gangguan kesehatan jangka panjang dan mendukung pencapaian potensi kesehatan maksimal (UNICEF, 2020).

Gizi seimbang merupakan fondasi dasar dalam setiap tahapan kehidupan. Gizi seimbang mencakup empat pilar utama yaitu konsumsi makanan beragam, kebersihan, aktivitas fisik, dan pemantauan berat badan secara teratur. Implementasi prinsip ini harus disesuaikan dengan kebutuhan zat gizi yang berubah-ubah sepanjang siklus kehidupan (Kemenkes RI, 2014).

Penting pula untuk memahami bahwa gizi tidak hanya menyangkut asupan makanan, tetapi juga mencakup perilaku makan, akses terhadap pangan, dan faktor sosial-budaya yang mempengaruhi pilihan makanan. Pendekatan siklus kehidupan dalam gizi juga menjadi dasar perumusan kebijakan kesehatan global dan nasional, seperti *Global Strategy for Women's, Children's and Adolescents' Health 2016–2030* dan program *Scaling Up Nutrition* (UNICEF, 2016).

Fenomena ini menunjukkan adanya pengaruh transgenerasional yaitu bagaimana kondisi gizi ibu memengaruhi janin, dan pada gilirannya memengaruhi generasi selanjutnya. Oleh karena itu, pendekatan gizi dalam siklus kehidupan tidak hanya bersifat individu, melainkan juga populasi dan lintas generasi. Dalam konteks pembangunan kesehatan berkelanjutan, konsep gizi dalam siklus kehidupan membantu para tenaga kesehatan, termasuk ahli gizi, dalam merancang intervensi yang lebih terarah dan berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat secara menyeluruh.

B. Gizi pada Masa Pra-Konsepsi

Masa pra-konsepsi, yaitu periode sebelum terjadinya pembuahan, merupakan tahap penting dalam siklus kehidupan reproduksi yang sering diabaikan dalam intervensi gizi. Padahal, status gizi calon ibu dan ayah sebelum kehamilan sangat menentukan kualitas konsepsi, keberhasilan implantasi, serta kesehatan janin dan ibu

selama kehamilan. Kecukupan gizi pada masa ini dapat mencegah terjadinya komplikasi kehamilan, kelahiran prematur, berat badan lahir rendah, serta cacat bawaan (King, 2003). Menurut (Stephenson, J., Heslehurst, N., Hall, J., 2018), status gizi yang optimal sebelum kehamilan sangat penting untuk:

1. Menunjang fungsi reproduksi yang sehat pada wanita dan pria.
2. Menyiapkan kondisi tubuh wanita untuk menghadapi kebutuhan metabolik selama kehamilan.
3. Mencegah defisiensi mikronutrien yang berisiko menyebabkan gangguan pada perkembangan embrio.
4. Meningkatkan kualitas ovum dan sperma, yang berdampak pada keberhasilan konsepsi dan perkembangan embrio awal

Wanita dengan status gizi kurang (BMI <18,5) atau obesitas (BMI ≥30) memiliki risiko lebih tinggi mengalami infertilitas, disfungsi ovulasi, dan komplikasi kehamilan (Gaskins dan Chavarro, 2018). Jenis zat gizi yang penting untuk dipenuhi pada masa pra-konsepsi yaitu asam folat, zat besi (Fe), zinc, vitamin D dan omega-3. Angka kecukupan gizi pada masa pra-konsepsi yaitu:

Tabel 6.1 Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk Wanita Usia Subur (WUS) usia 19-29 tahun

Zat Gizi	AKG (Per Hari)
Energi	2.250 kkal
Protein	60 g
Lemak	65 g
Karbohidrat	360 g
Zat Besi	18 mg
Asam Folat	400 mcg
Zinc	8 mg
Vitamin D	15 mcg (600 IU)
Kalsium	1.000 mg
Vitamin B6	1,5 mg
Vitamin B12	4 mcg

Sumber: (Kemenkes RI, 2019)

Intervensi gizi pada masa pra-konsepsi merupakan prioritas utama dalam upaya peningkatan kualitas

kesehatan ibu dan anak. Bentuk intervensi dapat berupa konseling gizi dan gaya hidup sehat, suplementasi asam folat dan zat besi, skrining status gizi (anemia dan defisiensi mikronutrien), dan pencegahan obesitas atau penurunan berat badan pada wanita yang mengalami obesitas. Intervensi ini sangat penting dilakukan tidak hanya oleh perempuan, tetapi juga pria, mengingat kualitas sperma juga dipengaruhi oleh asupan gizi dan status antioksidan tubuh (Agarwal, A., Sengupta, P., Durairajanayagam, D., 2014).

C. Gizi pada Masa Kehamilan dan Menyusui

Masa kehamilan dan menyusui merupakan periode kritis dalam siklus kehidupan yang memerlukan perhatian khusus terhadap kebutuhan gizi ibu. Pada masa ini, ibu tidak hanya memenuhi kebutuhan nutrisi untuk dirinya sendiri, tetapi juga untuk pertumbuhan dan perkembangan janin serta produksi Air Susu Ibu (ASI). Kekurangan atau kelebihan asupan zat gizi selama periode ini dapat berdampak langsung terhadap kesehatan ibu, janin, dan bayi, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang (Black et al., 2013).

Selama kehamilan, terjadi berbagai perubahan fisiologis, termasuk peningkatan volume darah, pertumbuhan jaringan janin dan plasenta, serta peningkatan metabolisme basal. Oleh karena itu, kebutuhan energi dan zat gizi meningkat secara bertahap sesuai dengan usia kehamilan (WHO, 2018).

Kebutuhan makronutrien pada masa kehamilan meningkat yaitu asupan protein untuk mendukung pertumbuhan jaringan janin, uterus, dan payudara, dengan tambahan sekitar 25 gram protein per hari selama kehamilan (WHO, 2018). Selain itu kebutuhan energi juga meningkat sekitar 180 kkal/hari pada trimester pertama, dan hingga 300–450 kkal/hari pada trimester kedua dan ketiga. Sedangkan untuk kebutuhan mikronutrien yang harus diperhatikan selama kehamilan yaitu asam folat, zat besi, kalsium, iodium, vitamin D, zinc dan vitamin A (Kemenkes RI, 2019).

Setelah melahirkan, kemudian selanjutnya tahap menyusui. Pada masa ini sangat penting, karena adanya produksi ASI. Air susu ibu merupakan sumber gizi terbaik bagi bayi selama 6 bulan pertama kehidupan. Produksi ASI memerlukan energi dan zat gizi yang mencukupi dari ibu. Kualitas ASI terutama ditentukan oleh status gizi ibu dan kecukupan mikronutrien seperti vitamin A, B6, B12, dan yodium (Allen, 2005)

Pada masa menyusui, kebutuhan energi dan protein ibu meningkat tergantung pada fase menyusui dan frekuensi menyusui. Kebutuhan cairan juga meningkat agar produksi ASI optimal. Jenis zat gizi yang penting pada masa menyusui seperti vitamin A, iodium, asam lemak esensial (DHA), zat besi dan kalsium. Angka kecukupan gizi pada ibu hamil dan menyusui yaitu:

Tabel 6.2 Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk Ibu Hamil dan Menyusui

Zat Gizi	AKG (Per Hari)				
	Hamil			Menyusui	
	Tm. 1	Tm. 2	Tm. 3	0-6 bulan	7-12 bulan
Energi (kkal)	+180	+300	+300	+330	+400
Protein (g)	+10	+10	+30	+20	+15
Asam Folat (mcg)	600	600	600	500	500
Vitamin D (mcg)	15	15	15	15	15
Vitamin A (RE)	900	900	900	950	950
Zat Besi (mg)	18	27	27	18	18
Kalsium (mg)	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Zinc (mg)	10	12	12	13	13
Iodium (mg)	220	220	220	290	290

Sumber: (Kemenkes RI, 2019)

Beberapa tantangan yang biasanya terjadi pada ibu hamil dan menyusui yaitu mual muntah, kurang nafsu makan, kelelahan, akses pangan terbatas, dan kurangnya edukasi terutama tentang kecukupan gizi. Oleh karena itu, strategi yang dapat dilakukan yaitu konseling gizi secara

berkala di fasilitas pelayanan kesehatan, pemanfaatan suplemen zat besi, asam folat, dan kalsium sesuai rekomendasi, dukungan keluarga dalam penyediaan makanan bergizi seimbang, dan juga meningkatkan konsumsi pangan hewani, sayuran hijau, kacang-kacangan, dan sumber omega-3.

D. Gizi pada Masa Bayi dan Balita

Masa bayi (0–12 bulan) dan balita (1–5 tahun) merupakan periode kehidupan yang sangat penting untuk pertumbuhan fisik, perkembangan otak, dan pembentukan sistem imun yang optimal. Gizi yang tepat selama periode ini akan memberikan dasar bagi kesehatan, kecerdasan, dan produktivitas anak di masa depan. Sebaliknya, kekurangan gizi di masa ini dapat menyebabkan dampak jangka panjang seperti stunting, penurunan fungsi kognitif, dan risiko penyakit degeneratif saat dewasa (Victora, C. G., Adair, L., Fall, C., 2008).

Bayi yang baru lahir disarankan untuk diberikan Air Susu Ibu (ASI) eksklusif selama 6 bulan pertama, tanpa tambahan makanan atau minuman lain, termasuk air putih. Air susu ibu mengandung semua zat gizi penting dalam jumlah dan kualitas yang tepat, serta faktor imunologis untuk perlindungan terhadap infeksi. Manfaat ASI yaitu menurunkan risiko infeksi saluran napas, diare dan alergi, meningkatkan perkembangan kognitif, serta menurunkan risiko obesitas dan penyakit kronis di masa dewasa (UNICEF, 2020)

Setelah usia 6 bulan, Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) harus diberikan secara bertahap, sambil tetap melanjutkan pemberian ASI hingga usia 2 tahun atau lebih. MP-ASI harus memenuhi prinsip tepat waktu, cukup secara kuantitas dan kualitas, aman, serta diberikan secara responsif. Makanan pendamping ASI yang baik harus mengandung energi, protein, zat besi, zink, kalsium, dan vitamin A dalam jumlah yang memadai. Sumber makanan hewani sangat dianjurkan karena kandungan zat gizinya yang lebih mudah diserap dibandingkan makanan nabati (Dewey, 2013).

Pada usia balita, pertumbuhan masih berlangsung cepat meskipun tidak sepesat tahun pertama. Namun, periode ini tetap kritis karena kebiasaan makan dan preferensi makanan mulai terbentuk. Asupan zat gizi harus mencukupi untuk mendukung pertumbuhan, perkembangan motorik, serta imunitas tubuh. Masalah gizi yang sering terjadi pada masa ini yaitu *stunting*, *wasting* dan juga obesitas. Oleh karena itu orang tua, terutama ibu, berperan besar dalam pengaturan pola makan anak. Pendidikan gizi tentang variasi makanan, porsi, serta pemilihan makanan sehat sangat penting untuk membentuk kebiasaan makan sehat sejak dini (Black et al., 2013).

Masa bayi dan balita merupakan periode yang sangat penting untuk diperhatikan terutama kebutuhan zat gizinya. Angka kecukupan gizi pada bayi (0-11 bulan) dan balita (1-5 tahun) yaitu:

Tabel 6.3 Angka Kecukupan Gizi (AKG) pada Bayi dan Balita

Zat Gizi	AKG (Per Hari)			
	Bayi		Balita	
	0-5 bulan	6-11 bulan	1-3 tahun	4-5 tahun
Energi (kkal)	550	800	1.350	1.400
Protein (g)	9	15	20	25
Lemak (g)	31	35	45	50
Karbohidrat (g)	59	105	215	220
Vitamin A (RE)	375	400	400	400
Zat Besi (mg)	0,3	11	7	10
Kalsium (mg)	200	270	650	1.000
Zinc (mg)	1,1	3	3	5

Sumber: (Kemenkes RI, 2019)

Gizi pada bayi dan balita menentukan fondasi tumbuh kembang dan kualitas hidup anak di masa depan. Beberapa strategi penting untuk mendukung pemenuhan gizi bayi dan balita yaitu pemberian ASI eksklusif dan MP-ASI bergizi seimbang, pemberian suplemen zat besi dan vitamin A sesuai program pemerintah, pemantauan tumbuh kembang anak melalui posyandu atau fasilitas kesehatan,

dan edukasi gizi kepada orang tua melalui program pemberdayaan kesehatan masyarakat.

E. Gizi pada Masa Usia Sekolah

Anak usia sekolah (6–12 tahun) berada dalam fase penting pertumbuhan dan perkembangan, baik secara fisik, kognitif, maupun sosial. Pada tahap ini, anak mulai mengembangkan kebiasaan makan yang dapat bertahan hingga dewasa. Kecukupan asupan gizi yang seimbang sangat penting untuk mendukung aktivitas belajar, perkembangan otak, daya tahan tubuh, dan pertumbuhan optimal. Selain itu, anak usia sekolah juga mulai terpapar berbagai pengaruh luar seperti makanan jajanan, iklan makanan, dan pola makan teman sebaya (FAO, 2020).

Anak usia sekolah masih mengalami pertumbuhan tinggi badan dan peningkatan massa otot serta jaringan tubuh. Oleh karena itu, kebutuhan energinya cukup tinggi dan bervariasi tergantung pada usia, jenis kelamin, serta tingkat aktivitas fisik. Asupan zat gizi yang tidak adekuat dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti kurang energi kronis yang menyebabkan gangguan konsentrasi dan prestasi belajar, defisiensi zat besi yang berujung pada anemia dan kelelahan, serta kelebihan energi yang dapat menyebabkan obesitas anak dan risiko penyakit tidak menular di masa depan. Penting pula untuk memperhatikan kualitas makanan yang dikonsumsi, termasuk pemenuhan gizi makro (karbohidrat, protein, lemak) dan mikronutrien seperti zat besi, kalsium, zinc, vitamin A, vitamin D, dan vitamin C (UNICEF, 2020).

Anak usia sekolah mulai mandiri dalam memilih makanan, dan ini menjadi tantangan bagi orang tua serta guru. Mereka rentan terhadap pengaruh makanan ultra-proses dan jajanan tinggi Gula, Garam, dan Lemak (GGL). Oleh karena itu, pembentukan kebiasaan makan sehat sangat penting di usia ini. Strategi penting untuk membangun pola makan sehat antara lain seperti menyediakan makanan bergizi di rumah dan sekolah, mendorong konsumsi buah dan sayur setiap hari, membatasi konsumsi makanan cepat saji dan minuman

manis, serta menyediakan sarapan bergizi sebelum sekolah. Sarapan sehat berperan penting dalam meningkatkan kemampuan belajar, memori, dan konsentrasi anak di sekolah (Rampersaud, G. C., Pereira, M. A., Girard, B. L., Adams, J., & Metzl, 2005).

Angka kecukupan gizi pada anak usia sekolah (6-12 tahun) yaitu:

Tabel 6.4 Angka Kecukupan Gizi (AKG) pada Usia Sekolah

Zat Gizi	AKG (Per Hari)		
	6-9 tahun	10-12 tahun	
		Laki-laki	Perempuan
Energi (kkal)	1.650	2.000	1.900
Protein (g)	40	50	55
Vitamin A (RE)	500	600	600
Vitamin C (mg)	45	50	50
Zat Besi (mg)	10	8	8
Kalsium (mg)	1.000	1.200	1.200
Zinc (mg)	5	8	8

Sumber: (Kemenkes RI, 2019)

Masalah gizi yang umum terjadi pada anak usia sekolah seperti anemia defisiensi besi yang dapat menyebabkan kelelahan, konsentrasi menurun, dan gangguan belajar, *stunting*, obesitas, dan juga karies gigi akibat konsumsi gula berlebih tanpa kebiasaan menjaga kebersihan mulut. Pola makan anak yang tidak seimbang dan kurang aktivitas fisik dapat meningkatkan risiko penyakit tidak menular di kemudian hari, seperti diabetes tipe 2 dan hipertensi. Sekolah dan keluarga merupakan dua lingkungan utama yang berpengaruh pada pola makan anak. Upaya intervensi gizi pada anak sekolah dapat dilakukan melalui program makanan sehat di kantin sekolah, pendidikan gizi dalam kurikulum dan kegiatan ekstrakurikuler, pemantauan status gizi dan kesehatan secara berkala, serta keterlibatan orang tua dalam merancang bekal sehat dan mendampingi kebiasaan makan anak.

F. Gizi pada Masa Remaja

Masa remaja, yang mencakup rentang usia 10 hingga 19 tahun, merupakan periode transisi penting dari masa kanak-kanak menuju dewasa. Tahap ini ditandai oleh percepatan pertumbuhan fisik, pematangan seksual, perubahan psikologis, dan peningkatan kebutuhan energi serta zat gizi. Sekitar 15–25% tinggi badan orang dewasa dicapai selama masa pubertas, menjadikan masa remaja sebagai *second window of opportunity* untuk intervensi gizi setelah masa 1000 hari pertama kehidupan ((WHO, 2022); (UNICEF, 2006)).

Selama masa pubertas, terjadi peningkatan kebutuhan energi dan zat gizi, terutama protein, zat besi, kalsium, dan vitamin A. Pada remaja putri, risiko kekurangan zat besi meningkat karena menstruasi, sementara pada remaja putra terjadi peningkatan massa otot yang menuntut lebih banyak protein dan energi. Selain itu, remaja juga rentan terhadap pengaruh lingkungan seperti *body image*, *tren diet*, dan konsumsi makanan cepat saji (Story, M., Neumark-Sztainer, D., & French, 2002). Angka kecukupan gizi pada masa remaja yaitu:

Tabel 6.5 Angka Kecukupan Gizi (AKG) pada Remaja

Zat Gizi	AKG (Per Hari)			
	Laki-laki (tahun)		Perempuan (tahun)	
	13-15	16-18	13-15	16-18
Energi (kkal)	2.400	2.650	2.050	2.100
Protein (g)	70	75	65	65
Vitamin A (RE)	600	700	600	600
Vitamin C (mg)	75	90	65	75
Zat Besi (mg)	11	11	15	15
Kalsium (mg)	1.200	1.200	1.200	1.200
Zinc (mg)	11	11	9	9

Sumber: (Kemenkes RI, 2019)

Remaja menghadapi beban ganda masalah gizi yaitu kekurangan dan kelebihan gizi. Masalah umum gizi pada remaja seperti anemia defisiensi besi khususnya pada remaja putri, Kurang Energi Kronis (KEK), obesitas, dan juga gangguan citra tubuh yang memicu gangguan makan seperti anoreksia dan bulimia. Kebiasaan makan pada masa

remaja cenderung dipengaruhi oleh lingkungan sosial, media, dan akses terhadap makanan. Pola makan yang sering ditemukan pada remaja seperti melewatkan sarapan, mengonsumsi makanan cepat saji yang tinggi lemak, kurangnya asupan buah dan sayur, dan juga suka minum minuman yang manis secara berlebihan. Aktivitas fisik juga cenderung menurun pada masa remaja, khususnya pada perempuan. Padahal, gaya hidup aktif penting untuk menunjang pertumbuhan dan mencegah obesitas serta penyakit tidak menular sejak dini (Patton GC, Sawyer SM, Santelli JS, Ross DA, Afifi R, Allen NB, Arora M, Azzopardi P, Baldwin W, Bonell C, Kakuma R, Kennedy E, Mahon J, McGovern T, Mokdad AH, Patel V, Petroni S, Reavley N, Taiwo K, Waldfogel J, Wickremarathne D, Barroso C, Bhutta Z, Fatu, 2016).

Beberapa pendekatan untuk meningkatkan status gizi remaja yaitu edukasi gizi di sekolah dan melalui sosial media, suplementasi zat besi dan asam folat untuk remaja putri, kegiatan fisik rutin di sekolah, dan juga keterlibatan keluarga dan komunitas dalam membentuk pola makan sehat. Khusus untuk remaja putri, intervensi gizi sangat penting dalam mempersiapkan masa pra-konsepsi yang sehat, guna memutus rantai siklus malnutrisi antar generasi (WHO, 2022)

G. Gizi pada Masa Dewasa

Masa dewasa merupakan fase terpanjang dalam siklus kehidupan manusia, dimulai sejak usia 19 tahun hingga sekitar 59 tahun. Pada masa ini, pertumbuhan fisik telah selesai, dan fokus utama kebutuhan gizi adalah untuk mempertahankan kesehatan, produktivitas, serta mencegah penyakit kronis seperti diabetes, hipertensi, penyakit jantung, dan obesitas (Whitney, E., & Rolfes, 2019). Gizi yang seimbang sangat penting karena pada masa ini aktivitas fisik, stres, dan pola hidup sangat berpengaruh terhadap status kesehatan secara keseluruhan.

Kebutuhan gizi pada orang dewasa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis kelamin, usia, aktivitas fisik, status fisiologis (misalnya kehamilan atau menyusui),

serta kondisi kesehatan. Umumnya, kebutuhan energi menurun seiring bertambahnya usia akibat penurunan metabolisme basal dan massa otot (Mahan, L. K., Raymond, J. L., & Escott-Stump, 2020). Oleh karena itu, orang dewasa perlu menyesuaikan pola makan dan aktivitas fisik agar seimbang dan tidak berlebihan. Angka kecukupan gizi pada masa dewasa yaitu:

Tabel 6.6 Angka Kecukupan Gizi (AKG) pada Masa Dewasa

Zat Gizi	AKG (Per Hari)			
	Laki-laki (tahun)		Perempuan (tahun)	
	19-29	30-49	19-29	30-49
Energi (kkal)	2.650	2.550	2.250	2.150
Protein (g)	65	65	60	60
Vitamin A (RE)	650	650	600	600
Vitamin C (mg)	90	90	75	75
Zat Besi (mg)	9	9	18	18
Kalsium (mg)	1.000	1.000	1.000	1.000

Sumber: (Kemenkes RI, 2019)

Meskipun kebutuhan energi dan nutrisi pada orang dewasa cenderung stabil, namun banyak individu menghadapi masalah gizi akibat pola makan yang tidak seimbang. Masalah gizi pada orang dewasa mencakup kelebihan berat badan, penyakit tidak menular, kekurangan zat gizi mikro, dan juga gaya hidup yang tidak sehat seperti merokok, konsumsi alkohol berlebih, dan pola tidur tidak teratur yang memperburuk status gizi. Hal ini menunjukkan pentingnya perhatian terhadap keseimbangan energi dan pola makan sehat. Pola makan seimbang bagi orang dewasa seperti mengonsumsi makanan yang beragam (sumber karbohidrat kompleks, protein hewani dan nabati, lemak sehat, buah dan sayur), membatasi asupan garam, gula, dan lemak (GGL), memperhatikan frekuensi makan, porsi, dan waktu makan, serta menghindari makanan ultra-proses dan memperbanyak makanan alami (FAO, 2021). Aktivitas fisik juga penting untuk menjaga berat badan ideal dan metabolisme tubuh. Direkomendasikan setidaknya 150

menit aktivitas aerobik intensitas sedang setiap minggu bagi orang dewasa (WHO, 2020).

Gizi pada masa dewasa berperan penting dalam menjaga kualitas hidup, produktivitas kerja, dan mencegah penyakit degeneratif di usia lanjut. Oleh karena itu beberapa pendekatan untuk meningkatkan status gizi pada orang dewasa yaitu edukasi gizi di tempat kerja dan komunitas, pemanfaatan label gizi, pemantauan berat badan dan lingkaran pinggang, dan juga melakukan konseling gizi individual khususnya bagi yang mengalami penyakit tidak menular atau faktor risiko metabolik.

H. Gizi pada Masa Usia Lanjut

Masa usia lanjut atau lansia dimulai sejak usia 60 tahun ke atas, sesuai dengan ketentuan WHO dan kebijakan nasional Indonesia (WHO, 2015). Pada tahap ini, proses penuaan menyebabkan perubahan fisiologis, psikologis, dan sosial yang signifikan, yang secara langsung berdampak pada status gizi dan kesehatan. Penurunan fungsi organ, penurunan nafsu makan, gangguan penyerapan zat gizi, serta meningkatnya risiko penyakit degeneratif menjadikan pemenuhan gizi pada lansia menjadi tantangan yang penting untuk diperhatikan (Mahan, L. K., Raymond, J. L., & Escott-Stump, 2020); (Whitney, E., & Rolfes, 2019).

Beberapa perubahan fisiologis yang terjadi pada lansia antara lain:

1. Penurunan massa otot (sarkopenia) dan peningkatan lemak tubuh.
2. Penurunan aktivitas enzim pencernaan, yang menghambat penyerapan vitamin B12, kalsium, dan zat besi.
3. Perubahan indera pengecap dan penciuman, yang mengurangi selera makan.
4. Gangguan gigi dan mulut, seperti gigi tanggal atau mulut kering (xerostomia), yang menyebabkan kesulitan mengunyah.

5. Penyakit kronis, seperti hipertensi, diabetes, dan gangguan ginjal, yang membutuhkan modifikasi diet khusus.

Faktor-faktor ini menyebabkan banyak lansia mengalami malnutrisi, baik dalam bentuk defisiensi zat gizi maupun kelebihan gizi yang berujung pada obesitas dan sindrom metabolik (Wahl, D., Solon-Biet, S. M., Cogger, V. C., 2016).

Kebutuhan energi dan zat gizi pada lansia lebih rendah dibandingkan dewasa muda, tetapi kebutuhan beberapa mikronutrien tetap tinggi atau bahkan meningkat karena efisiensi penyerapan tubuh yang menurun. Angka kecukupan gizi pada lansia yaitu:

Tabel 6.7 Angka Kecukupan Gizi (AKG) pada Lansia

Zat Gizi	AKG (Per Hari)			
	Laki-laki (tahun)		Perempuan (tahun)	
	60-64	65-80+	60-64	65-80+
Energi (kkal)	2.150	1.800	1.800	1.550
Protein (g)	65	64	60	58
Vitamin A (RE)	650	650	600	600
Vitamin D (mcg)	15	20	15	20
Vitamin C (mg)	90	90	75	75
Zat Besi (mg)	9	9	8	8
Kalsium (mg)	1.200	1.200	1.200	1.200

Sumber: (Kemenkes RI, 2019)

Beberapa masalah gizi yang umum pada lansia seperti malnutrisi energi-protein, kekurangan vitamin dan mineral, obesitas sentral, dan juga dehidrasi. Oleh karena itu pola makan untuk lansia sebaiknya diperhatikan terkait porsi makan, frekuensi makan, tekstur makanan, kualitas gizi makanan, serta rendah garam, gula dan lemak jenuh untuk mencegah hipertensi dan penyakit jantung. Strategi dalam pemenuhan gizi lansia yaitu edukasi gizi kepada keluarga dan pengasuh lansia, dan juga monitoring status gizi secara rutin.

Daftar Pustaka

- Agarwal, A., Sengupta, P., Durairajanayagam, D., et al. (2014). Role of oxidative stress in female reproduction. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 12(132). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1477-7827-12-132>
- Allen, L. H. (2005). Multiple micronutrients in pregnancy and lactation: an overview 1 – 3. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(5), 1206–1212. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.5.1206>
- Black, R. E., Walker, S., Bhutta, Z., & Grantham-mcgregor, S. (2013). Long-term metabolic risk among children born premature or small for gestational age. *The Lancet*, 382(9890), 1–13. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.127>
- Dewey, K. G. (2013). The Challenge of Meeting Nutrient Needs of Infants and Young Children during the Period of Complementary Feeding: An Evolutionary. *Journal of Nutrition*, 143(12), 2050–2054. <https://doi.org/10.3945/jn.113.182527>
- FAO. (2020). *School-based food and nutrition education*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2021). *Food Security And Nutrition In The World For Food Security , Improved Nutrition And Affordable Healthy Diets For All*. Rome: FAO.
- Kemenkes RI. (2014). *Pedoman gizi seimbang*. Jakarta: Direktorat Gizi Masyarakat, Ditjen Kesehatan Masyarakat.
- Kemenkes RI. (2019). *Tabel Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia*. Jakarta: Direktorat Gizi Masyarakat, Kemenkes RI.
- King, J. C. (2003). Life and Fitness The Risk of Maternal Nutritional Depletion and Poor Outcomes Increases in Early or Closely Spaced Pregnancies 1. *Journal of Nutrition*, 133(5), 1732S–1736S. <https://doi.org/10.1093/jn/133.5.1732S>
- Mahan, L. K., Raymond, J. L., & Escott-Stump, S. (2020). *Krause's Food & the Nutrition Care Process* ((15th ed.)).

Elsevier.

- Patton GC, Sawyer SM, Santelli JS, Ross DA, Afifi R, Allen NB, Arora M, Azzopardi P, Baldwin W, Bonell C, Kakuma R, Kennedy E, Mahon J, McGovern T, Mokdad AH, Patel V, Petroni S, Reavley N, Taiwo K, Waldfogel J, Wickremarathne D, Barroso C, Bhutta Z, Fatu, V. R. (2016). Our future: a Lancet commission on adolescent health and wellbeing. *The Lancet*, 387(10036), 2423–2478. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00579-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00579-1)
- Rampersaud, G. C., Pereira, M. A., Girard, B. L., Adams, J., & Metz, J. D. (2005). Breakfast habits, nutritional status, body weight, and academic performance in children and adolescents. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(5), 743–760. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.007>
- Stephenson, J., Heslehurst, N., Hall, J., et al. (2018). Before the beginning: nutrition and lifestyle in the preconception period and its importance for future health. *The Lancet*, 391(10132), 1830–1841. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30311-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30311-8)
- Story, M., Neumark-Sztainer, D., & French, S. (2002). Individual and environmental influences on adolescent eating behaviors. *Journal of the American Dietetic Association*, 102(3), 540–551. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(02\)90421-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0002-8223(02)90421-9)
- UNICEF. (2006). *Adolescent nutrition: A review of the situation in selected South-East Asian countries*. New Delhi: UNICEF Regional Office for East Asia and the Pacific.
- UNICEF. (2016). *The Scaling Up Nutrition (SUN) Movement Annual Progress Report 2016*. UNICEF.
- UNICEF. (2020). *Nutrition, For Every Child Unicef Nutrition Strategy 2020-2030*. New York: UNICEF.
- Victora, C. G., Adair, L., Fall, C., et al. (2008). Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *The Lancet*, 371(9609), 340–357.

[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61692-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61692-4)

- Victora, C. G., Christian, P., Vdaletti, L. P., Gatica-Domínguez, G., Menon, P., & Black, R. E. (2021). Revisiting maternal and child undernutrition in low-income and middle-income countries: Variable progress towards an unfinished agenda. *The Lancet*, 397(10282), 1388–1399. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00394-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00394-9)
- Wahl, D., Solon-Biet, S. M., Cogger, V. C., et al. (2016). Nutritional strategies to combat aging and age-related disease. *Ageing Research Reviews*, 39, 105–116. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.08.003>
- Whitney, E., & Rolfes, S. R. (2019). *Understanding Nutrition* (15th ed.). Boston: Cengage Learning.
- WHO. (2015). *World Report on Ageing and Health*. Geneva: WHO.
- WHO. (2018). *WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience*. Geneva: WHO. <https://doi.org/10.1186/1742-4755-10-19.5>
- WHO. (2020). *Who guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Geneva: WHO.
- WHO. (2022). *Adolescent nutrition: A review of global data*. Geneva: WHO.

BAB 7

Gizi dalam Penyakit & Terapi Gizi Medik

Alpinia Shinta Pondagitan, M.Kes

A. Peran Gizi dalam Pencegahan dan Pengobatan Penyakit

1. Definisi dan Ruang Lingkup Terapi Gizi Medik

Terapi gizi medis atau *Medical Nutrition Therapy* (MNT) adalah suatu pendekatan terapeutik yang sistematis dan terfokus pada manajemen penyakit serta gejala yang menyertainya melalui intervensi nutrisi yang disesuaikan secara individu di bawah pengawasan tenaga gizi profesional dan dokter. MNT memungkinkan penanganan berbagai kondisi medis dengan menyesuaikan asupan makanan dan nutrisi dalam mendukung proses pemulihan, memperbaiki kualitas hidup, serta mengurangi komplikasi penyakit (Krishnan et al., 2019). Sejarah MNT antara lain mencakup evolusi konsep dimulai dari penyediaan nutrisi dasar hingga menjadi komponen integral dalam pengelolaan penyakit baik akut maupun kronis, memperlihatkan bagaimana pemahaman ilmiah mengenai hubungan antara nutrisi dan penyakit berkembang seiring dengan kemajuan ilmu gizi (Lovelace, 2003).

Ruang lingkup penggunaan terapi gizi sangat luas dan meliputi berbagai kondisi medis mulai dari penyakit kardiovaskular, diabetes melitus, gangguan pencernaan, penyakit ginjal kronik, hingga kanker dan penyakit kritis di ICU. Terapi gizi saat ini bukan hanya berfungsi sebagai pencegahan malnutrisi, tetapi juga sebagai modulator proses inflamasi, metabolisme, dan fungsi imun yang sangat penting dalam manajemen penyakit (Thurlow, 2008).

2. Penilaian Status Gizi dalam Manajemen Penyakit

Penilaian status gizi menjadi salah satu langkah penting dalam menilai risiko malnutrisi dan menentukan intervensi gizi yang tepat. Penggunaan instrumen skrining seperti *Mini Nutritional Assessment* (MNA), *Nutritional Risk Screening* (NRS-2002), dan *Subjective Global Assessment* (SGA) terbukti efektif mengidentifikasi pasien yang berisiko. Beberapa evaluasi yang dapat dilakukan dalam manajemen penyakit berbasis gizi seperti pemeriksaan antropometri diantaranya pengukuran berat badan, Indeks Massa Tubuh (IMT), tebal lemak bawah kulit, dan lingkaran lengan atas, dapat memberikan gambaran status gizi seseorang secara kuantitatif. Selain itu, pemeriksaan biokimia seperti analisis albumin, prealbumin, dan transferrin dapat membantu mendeteksi defisiensi nutrisi (McClave et al., 2016).

B. Prinsip Dasar Terapi Gizi Medis dalam Penyakit

1. Penentuan Kebutuhan Energi Dan Protein

Penentuan kebutuhan energi pasien menjadi hal dasar dalam MNT. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu *Indirect Calorimetry* (IC) yang dapat mengukur pengeluaran energi basal secara akurat. Akan tetapi keterbatasan alat, biaya, dan ketersediaan alat mengakibatkan ahli gizi menggunakan persamaan prediktif seperti rumus Harris-Benedict, Mifflin St. Jeor, dan rumus khusus pasien ICU seperti Penn State untuk mengestimasi kebutuhan kalori (McClave et al., 2016).

Kebutuhan protein terutama pada kondisi hiperkatabolik seperti penyakit kritis dan trauma umumnya mengalami peningkatan dan harus disesuaikan minimal 1,2-2,0 gr/kg BB/hari untuk mempertahankan massa otot dan fungsi imunitas (McClave et al., 2016). Memberikan asupan protein juga perlu diatur untuk menghindari komplikasi seperti pada pasien dengan disfungsi ginjal. Selain itu, risiko *overfeeding* terutama pada pasien kritis juga perlu diwaspadai karena dapat mengakibatkan komplikasi metabolik dan respirasi. Pemberian nutrisi secara

bertahap menjadi aspek penting dalam metode pemberian nutrisi ketika pasien mulai menerima makanan kembali terutama setelah periode malnutrisi yang lama (van Zanten et al., 2019).

2. Rute Pemberian Nutrisi: Enteral dan Parenteral

Pemberian nutrisi secara enteral (EN) menjadi pilihan utama karena dapat mempertahankan integritas saluran cerna, memperkuat fungsi imun, serta menurunkan risiko infeksi dibandingkan nutrisi parenteral (PN). Pemberian nutrisi enteral direkomendasikan jika fungsi gastrointestinal pasien memungkinkan, termasuk pada pasien trauma, pasca operasi, dan penyakit kritis dengan penyesuaian penempatan tabung serta formula nutrisi yang sesuai kebutuhan metabolik (August & Huhmann, 2009).

Nutrisi parenteral diberikan pada pasien yang memiliki indikasi khusus seperti pasien dengan gangguan saluran pencernaan berat. Akan tetapi pemberian nutrisi secara parenteral pada pasien berisiko komplikasi yang signifikan termasuk infeksi saluran darah, disfungsi metabolik, dan kehilangan fungsi saluran cerna sehingga harus digunakan dengan indikasi ketat dan ditinjau secara berkala (August & Huhmann, 2009).

3. Monitoring dan Evaluasi Terapi Gizi

Monitoring terapi gizi merupakan kegiatan berkelanjutan yang mengandalkan skor risiko malnutrisi, parameter antropometri, status klinis, serta pemeriksaan laboratorium untuk mengevaluasi efektivitas intervensi dan adaptasi sesuai perubahan klinis. Beberapa indikator penyesuaian meliputi perubahan berat badan, kadar albumin, fungsi organ, serta penilaian klinis seperti penyembuhan luka dan keberhasilan rehabilitasi (McClave et al., 2016).

C. Terapi Gizi Penyakit Diare

1. Etiologi

Diare dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu diare akut yang terjadi kurang dari 2 minggu, dan diare kronis yang terjadi lebih dari 2 minggu atau 15 hari (Unjiati, 2019).

2. Patofisiologi

Diare dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu (Unjiati, 2019):

a. *Infeksi.*

Diare ini berawal dari masuknya mikroorganisme ke saluran pencernaan. Mikroorganisme kemudian masuk ke usus halus dan berkembang biak, merusak sel mukosa sehingga menurunkan kualitas permukaan usus. Perubahan kualitas ini mengakibatkan adanya perubahan kapasitas usus dalam proses pencernaan dan mengganggu fungsi usus. Ketika fungsi usus terganggu maka sistem transport aktif dalam usus juga mengalami gangguan yang mengakibatkan terjadinya iritasi pada sel mukosa usus. Iritasi dapat meningkatkan terjadinya sekresi cairan dan elektrolit dan mengakibatkan timbulnya manifestasi diare.

b. *Malabsorpsi.*

Terjadinya gangguan pada saluran pencernaan menyebabkan fungsi usus dalam mengabsorpsi makanan dan cairan terganggu. Gangguan ini kemudian dapat meningkatkan tekanan osmotik dalam rongga usus dan menyebabkan terjadinya pergeseran cairan dan elektrolit ke dalam rongga usus. Pergeseran ini kemudian mengakibatkan peningkatan isi rongga usus sehingga terjadi diare.

c. *Makanan.*

Makanan yang mengandung toksin tidak mampu diserap dengan baik oleh usus, sehingga usus bekerja lebih keras dengan meningkatkan gerakan peristaltik usus. Peningkatan yang terus-menerus dapat mempercepat proses kerja usus sehingga mengalami penurunan penyerapan dan mengakibatkan terjadinya diare.

d. *Psikologis.*

Pada kondisi stres sistem saraf simpatik akan melawan dengan cara meningkatkan hormon adrenalin ke dalam peredaran darah. Adrenalin dapat meningkatkan kerja jantung dan meningkatkan tekanan darah, kondisi ini dapat meningkatkan suplai darah ke saluran cerna untuk menyerap nutrisi

sehingga terjadi peningkatan gerakan peristaltik dan gangguan reabsorpsi cairan dalam tubuh sehingga terjadi diare.

3. Penatalaksanaan Gizi

Nutrisi enteral. Nutrisi Enteral (EN) diberikan dengan tujuan untuk mempertahankan dan mencukupi kebutuhan nutrisi pada penderita dengan saluran pencernaan yang masih berfungsi. EN dapat diberikan secara oral maupun nasogastrik, nasojejunal, gastrotomi, dan dengan *feeding tube* pada jejunostomi (Unjiati, 2019).

Terdapat 3 macam nutrisi enteral yaitu (Unjiati, 2019):

- a. Diet polimerik: mengandung tinggi protein untuk pasien dengan fungsi usus yang normal.
- b. Diet elemental: mengandung nutrisi berat molekul rendah, untuk pasien yang mengalami gangguan gastrointestinal.
- c. Diet formula khusus: mengandung nutrisi tinggi kadar asam amino rantai cabang, umumnya untuk pasien ensefalohepatik, pasien dengan perubahan kadar asam amino lain, atau pasien dengan kesalahan metabolisme bawaan (*inborn errors of metabolism*).

Nutrisi Parenteral. Nutrisi Parenteral (PN) adalah nutrisi khusus yang terdiri dari air, dekstrosa, asam amino, emulsi lemak, mineral, vitamin, *trace element*, dan diberikan melalui jalan intravena. PN diberikan pada pasien dengan gangguan pada saluran gastrointestinal atau tidak berfungsi secara normal, serta tidak memungkinkan diberikan secara oral, enteral atau gastrostomi.

D. Terapi Gizi Penyakit Hipertensi

1. Etiologi

Hipertensi menurut penyebab dibedakan menjadi dua, yaitu hipertensi esensial (primer) dan sekunder. Sebagian besar hipertensi primer disebabkan oleh faktor genetik, selain itu juga bisa disebabkan oleh gangguan kelenjar tiroid, kelainan pembuluh darah ginjal, penyakit kelenjar adrenal, maupun penyakit lain. Obat-obatan golongan kortikosteroid, estrogen, *non-steroid antiinflammatory drug* (NSAID), fenilpropanolamin,

siklosporin, sibutramin, dan antidepresan juga dapat meningkatkan tekanan darah sehingga memperberat kondisi hipertensi (Ariestiningsih, 2019).

2. Patofisiologi

Tekanan darah dapat dipengaruhi oleh tahanan perifer dan kekuatan pompa (curah) jantung. Hipertensi dapat terjadi apabila salah satu atau kedua variabel yang tidak terkompensasi mengalami peningkatan. Sistem pengendalian tekanan darah dimulai dari sispem pengendalian reaksi cepat, misalnya refleks kardiovaskular melalui sistem saraf, refleks kemoreseptor, susunan saraf pusat dari atrium, respons iskemia, dan arteri pulmonalis otot polos. Terdapat beberapa faktor yang saling berinteraksi dan mempengaruhi tekanan darah, seperti asupan natrium berlebih, jumlah nefron yang menurun, stres, perubahan genetik, obesitas, dan bahan-bahan dari endotel (Ariestiningsih, 2019).

3. Penatalaksanaan Gizi

Manajemen hipertensi secara umum adalah untuk menurunkan kesakitan dan kematian akibat komplikasi ginjal dan kardiovaskular. Seorang ahli gizi perlu mengikuti tahapan asuhan gizi baku diantaranya pengkajian gizi (pengumpulan data hasil pengukuran antropometri, data biokimia dan pemeriksaan penunjang, pemeriksaan fisik klinis, riwayat makanan serta riwayat personal), penegakan diagnosis gizi, intervensi gizi, dan monitoring evaluasi untuk menentukan keberhasilan intervensi yang diberikan (Ariestiningsih, 2019).

Pemberian obat antihipertensi dan diet rendah garam menjadi tahapan penatalaksanaan hipertensi awal. Modifikasi gaya hidup saat ini lebih diutamakan, dan pada penderita hipertensi telah disusun pedoman manajemen hipertensi yang disebut diet DASH. Penatalaksanaan diet yang memperhatikan asupan natrium dikelompokkan menjadi (Ariestiningsih, 2019):

a. Tanpa tambahan garam (*no added salt*, NAS):

Penggunaan garam meja perlu dihindari dan dibatasi dalam proses pengolahan makanan. Batasan

konsumsi makanan tinggi natrium yaitu 4000 mg/hari.

- b. Natrium sebesar 3000 mg: Membatasi makanan cepat saji, saus (*dressing*) salad, kecap, makanan ringan asin, daging asap, makanan kaleng dan acar sayuran. Penggunaan garam dapur dibatasi hingga $\frac{1}{4}$ sdt per hari baik dalam pengolahan makanan atau sebagai garam meja.
- c. Natrium sebesar 2000 mg: Menghindari konsumsi makanan dan minuman yang mengandung tinggi natrium. Dilarang menggunakan garam meja baik pada pengolahan makanan atau sebagai garam meja.
- d. Natrium sebesar 1000 mg: Menghindari konsumsi makanan dan minuman olahan yang mengandung tinggi natrium. Selain itu juga menghindari penggunaan garam dapur baik dalam proses pengolahan makanan maupun sebagai garam meja.

E. Terapi Gizi Penyakit Jantung

1. Etiologi

Penyakit arteri koroner. Penyakit ini sering dikenal penyakit jantung koroner, dimana terjadi akibat adanya penebalan dinding pada pembuluh darah arteri akibat akumulasi lemak (aterosklerosis). Akumulasi lemak dapat menyebabkan terjadinya hambatan suplai darah yang mengangkut oksigen dan zat makanan ke organ jantung. Selain itu kondisi ini juga dapat mengakibatkan peningkatan tekanan darah di organ jantung. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan penyakit jantung koroner diantaranya faktor yang tidak dapat diubah (umur, jenis kelamin, dan faktor genetik), dan faktor yang dapat diubah seperti merokok, konsumsi alkohol, dan aktivitas fisik rendah (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019).

Penyakit jantung katup. Penyakit ini adalah penyakit yang terjadi ketika kondisi katup jantung tidak berfungsi dalam menjalankan tugasnya mengalirkan darah dari ventrikel atrium. Terdapat 2 tipe penyakit jantung katup yaitu stenosis katup (katup tidak dapat buka tutup secara penuh) dan regurgitasi katup

(kebocoran katup) (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019).

Penyakit gagal jantung. Penyakit ini juga sering disebut gagal jantung kongestif dimana terjadi ketidakmampuan jantung untuk memompa darah secara adekuat untuk memenuhi kebutuhan oksigen jaringan (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019).

Penyakit jantung reumatik. Penyakit ini ditandai dengan sisa sekuela yang merupakan sisa dari demam reumatik dan berakibat cacat pada katup jantung. Penyebab utama yaitu infeksi bakteri dari kuman *streptokokus* yang umumnya dirasakan sebagai batuk yang terus-menerus dan tidak ditangani secara tuntas khususnya ketika masa anak-anak (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019).

2. Pengkajian Gizi

Pengkajian gizi utamanya dilakukan untuk mengkaji karakteristik personal pasien termasuk pemeriksaan fisik, laboratorium, dan kebiasaan makan. Pengkajian data personal dan fisik seperti usia, riwayat keluarga dengan penyakit jantung koroner dini, kebiasaan merokok, dan hipertensi bertujuan untuk menggali faktor risiko penyakit kardiovaskular. Beberapa pemeriksaan laboratorium yang dapat dianjurkan diantaranya kadar kolesterol total, kolesterol LDL darah, trigliserida darah, dan kolesterol HDL (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019).

3. Tujuan Diet

Tujuan diet untuk penderita penyakit jantung antara lain (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019):

- a. Memenuhi kebutuhan zat gizi yang adekuat sesuai dengan kemampuan jantung
- b. Mempertahankan, meningkatkan, dan menurunkan berat badan hingga mencapai berat badan ideal agar tidak memperberat kerja jantung
- c. Mengurangi dan menghindari bahan makanan yang tinggi sumber kolesterol dan lemak jenuh
- d. Mempertahankan keseimbangan cairan agar tidak terjadi penumpukan cairan

- e. Memenuhi kebutuhan elektrolit (khususnya kalium dan natrium) yang berkurang akibat pemberian obat diuretik
 - f. Meningkatkan konsumsi serat larut air
4. Syarat Diet

Syarat diet penderita penyakit jantung antara lain (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019):

- a. Pemberian energi secara bertahap sesuai kemampuan tubuh untuk memenuhi kebutuhan yaitu 25-30 kkal/kg BB ideal pada wanita dan 30-35 kkal/kg BB ideal pada pria
- b. Pemberian protein sebesar 15-25% atau 0,8-1,5 gr/kg BB ideal dari seluruh total kalori yang diberikan secara bertahap sesuai dengan kondisi tubuh dan penyakit penyerta.
- c. Proporsi pemberian lemak sedang yaitu 20-25% kebutuhan energi total, dengan komposisi 10% lemak jenuh dan 10-15% lemak tidak jenuh
- d. Proporsi pemberian karbohidrat yaitu 50-60% dari total kalori harian yang berasal dari karbohidrat kompleks. Batasi penggunaan bahan makanan sumber karbohidrat sederhana
- e. Bahan makanan sumber kolesterol dibatasi hingga 200 mg/hari
- f. Dianjurkan pemberian vitamin B3 dan vitamin B12
- g. Membatasi pemberian bahan makanan tinggi purin pada kasus gagal jantung dengan hiperurisemia.

F. Terapi Gizi Penyakit Gagal Ginjal Akut

1. Etiologi

Kondisi seseorang dengan Gagal Ginjal Akut (GGA) berbeda dengan penyakit ginjal kronis dimana pada penyakit GGA penurunan fungsi ginjal terjadi dengan lebih cepat, dalam hitungan jam atau hari, dan fungsi ginjal dapat kembali normal bila ditangani dengan baik (Susetyowati, 2019).

2. Penatalaksanaan Gizi

Tujuan utama penatalaksanaan gizi adalah untuk menjaga status gizi agar tetap stabil atau tidak terjadi penurunan serta meminimalkan terjadinya komplikasi

dari GGA termasuk meminimalkan malnutrisi energi protein, menghindari terjadinya katabolisme protein yang lebih lanjut sehingga menurunkan risiko mortalitas. Tindakan intervensi perlu segera dilakukan karena jangka waktu GGA lebih cepat dibandingkan gagal ginjal kronis. Beberapa tujuan khusus pemberian gizi pasien GGA yaitu (Susetyowati, 2019):

- a. Mencegah malnutrisi protein dan energi
- b. Menjaga massa tubuh dan status gizi
- c. Mengurangi adanya perombakan metabolik
- d. Mengurangi komplikasi
- e. Meningkatkan penyembuhan luka
- f. Memberikan dukungan fungsi imun tubuh
- g. Meminimalkan inflamasi
- h. Meningkatkan aktivitas antioksidan
- i. Meningkatkan fungsi endotelial
- j. Mengurangi atau mencegah mortalitas

Prinsip dan syarat kebutuhan gizi bagi penderita GGA yaitu (Susetyowati, 2019):

- a. *Energi*. Kebutuhan energi penderita GGA sekitar 30-40 kkal/kg BB atau BBI pada penderita GGA dengan kondisi edema.
- b. *Protein*. Kebutuhan sekitar 0,8-1,0 gr/kg BBI disesuaikan dengan perkembangan kondisi ginjal.
- c. *Natrium*. Kebutuhan sekitar 20-40 mEq/hari pada kondisi oliguria (bergantung pada keluaran urine, edema, dialisis, dan kadar serum natrium) serta penggantian kehilangan natrium pada fase diuretik.
- d. *Cairan*. Penggantian keluaran cairan dari urine, muntah, diare ditambah 500 ml untuk keseimbangan.
- e. *Kalium*. 30-50 mEq/hari pada kondisi oliguria (bergantung pada keluaran urine, dialisis, dan serum kalium) serta penggantian kehilangan kalium pada fase diuretik.
- f. *Fosfor*. Dibatasi bila diperlukan

G. Terapi Gizi Penyakit Diabetes Melitus

1. Etiologi

Diabetes Melitus (DM) adalah suatu kelompok penyakit metabolik yang memiliki karakteristik hiperglikemia yang terjadi akibat adanya kelainan sekresi

insulin, kerja insulin, atau keduanya. Pada diabetes melitus tipe 2, tubuh tidak cukup mampu membuat insulin yang cukup atau jika cukup tubuh bermasalah dalam menggunakan insulin (resistensi insulin), atau keduanya (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019).

Insulin yang tidak cukup banyak atau tidak dapat bekerja dengan baik tidak bisa mengubah glukosa menjadi energi, sehingga mengakibatkan glukosa akan menumpuk dalam darah dan tidak masuk ke dalam sel, kadar glukosa darah menjadi tinggi, dan kemudian dikeluarkan melalui urine. Hal ini dapat mengganggu organ-organ tubuh atau menimbulkan komplikasi seperti gangguan pada mata, ginjal, saraf, jantung, pembuluh darah, dan lainnya (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019).

2. Pengkajian Gizi

Pengkajian gizi penderita DM antara lain data riwayat personal, data antropometri, dan data riwayat gizi (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019).

3. Tujuan Diet

Tujuan diet penderita DM adalah untuk memperbaiki kebiasaan makan dan olahraga untuk mendapatkan kontrol metabolik yang baik. Penderita DM perlu melakukan pengendalian glukosa darah, tekanan darah, berat badan, dan profil lipid dengan cara (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019):

- a. Mempertahankan kadar glukosa darah mendekati normal dengan menyeimbangkan asupan makanan dengan insulin, baik dengan obat penurun glukosa oral dan aktivitas fisik.
- b. Mencapai dan mempertahankan kadar lipida serum dalam batas normal.
- c. Mencukupi kebutuhan energi untuk mempertahankan atau mencapai berat badan normal.
- d. Menghindari komplikasi akut pasien yang menggunakan insulin seperti hipoglikemia, komplikasi jangka pendek, dan jangka panjang serta masalah yang berhubungan dengan latihan jasmani.

- e. Meningkatkan derajat kesehatan secara keseluruhan melalui gizi yang optimal.

4. Syarat Dan Prinsip Diet

Prinsip pemberian makan pada penderita DM tanpa komplikasi hampir sama dengan anjuran untuk masyarakat umum yaitu makanan seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori dan zat gizi setiap individu. Penderita DM perlu mematuhi keteraturan jadwal makan, jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi. Syarat diet penyakit diabetes melitus yaitu (Persatuan Ahli Gizi Indonesia & Asosiasi Dietisien Indonesia, 2019):

- a. *Energi*. Mencukupi kebutuhan energi untuk mencapai dan mempertahankan berat badan ideal.
- b. *Karbohidrat*. Kebutuhan karbohidrat berkisar antara 45-65% total asupan harian. Penderita dapat mengonsumsi pemanis alternatif sebagai pengganti gula dengan jumlah yang tidak melebihi batas aman konsumsi harian.
- c. *Lemak*. Asupan lemak berkisar antara 20-25% total asupan harian. Komposisi asupan lemak yaitu lemak jenuh <7%, lemak tidak jenuh ganda <10%, dan sisanya lemak tidak jenuh tunggal. Hindari mengonsumsi kolesterol >200 mg/hari.
- d. *Protein*. Kebutuhan protein harian berkisar antara 10-20% dari total asupan.
- e. *Natrium*. Batasi konsumsi natrium tidak melebihi 2300 mg per hari.
- f. *Serat*. Konsumsi serat sekitar 20-25 gr/hari yang berasal dari berbagai sumber bahan makanan seperti kacang-kacangan, buah, sayuran, dan sumber karbohidrat yang tinggi serat.

Daftar Pustaka

- Ariestiningsih, A. D. (2019). Asuhan Gizi Penyakit Hipertensi. In I. D. N. Supariasa & D. Handayani (Eds.), *Asuhan Gizi Klinik* (pp. 136–154). Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- August, D. A., & Huhmann, M. B. (2009). A.S.P.E.N. Clinical Guidelines: Nutrition Support Therapy During Adult Anticancer Treatment and in Hematopoietic Cell Transplantation. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 33(5), 472–500. <https://doi.org/10.1177/0148607109341804>
- Krishnan, D., Mehndiratta, C., & Agrawal, T. (2019). Ketogenic Diet as Medical Nutrition Therapy. *Journal of Social Health and Diabetes*, 7(02), 73–76. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3402528>
- Lovelace, H. Y. (2003). Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(5), 888. <https://doi.org/10.1097/00005768-200305000-00027>
- McClave, S. A., Taylor, B. E., Martindale, R. G., Warren, M. M., Johnson, D. R., Braunschweig, C., McCarthy, M. S., Davanos, E., Rice, T. W., Cresci, G. A., Gervasio, J. M., Sacks, G. S., Roberts, P. R., & Compher, C. (2016). Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 40(2), 159–211. <https://doi.org/10.1177/0148607115621863>
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia, & Asosiasi Dietisien Indonesia. (2019). *Penuntun Diet dan Terapi Gizi* (Suharyati, S. A. B. Hartati, T. Kresnawan, Sunarti, F. Hudayani, & F. Darmarini, Eds.; 4th ed.). Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Susetyowati. (2019). Asuhan Gizi Gagal Ginjal Akut. In I. D. N. Supariasa & D. Handayani (Eds.), *Asuhan Gizi Klinik* (pp. 263–284). Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Thurlow, J. (2008). Krause's Food and Nutrition Therapy, 12th Edition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(10), 1861. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181880572>

- Unjiati. (2019). Asuhan Gizi Penyakit Diare. In I. D. N. Supriasa & D. Handayani (Eds.), *Asuhan Gizi Klinik* (pp. 99–115). Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- van Zanten, A. R. H., De Waele, E., & Wischmeyer, P. E. (2019). Nutrition therapy and critical illness: practical guidance for the ICU, post-ICU, and long-term convalescence phases. *Critical Care*, 23(1), 368. <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2657-5>

BAB 8

Gizi & Imunitas Tubuh

Sri Suryani, S.ST.,M.Kes

A. Imunitas Tubuh

Tubuh manusia secara terus menerus melawan invasi dari bakteri dan virus yang ada di sekitar kita yang dapat masuk ke dalam tubuh melalui jaringan kulit yang terluka maupun mukosa yang ada di saluran pencernaan ataupun pernafasan. Agar dapat bertahan hidup, tubuh memiliki kemampuan untuk melawan infeksi tersebut, yaitu dengan membentuk sel-sel imun yang berbeda dengan sel lain dalam tubuh karena memiliki kemampuan untuk melakukan beberapa aktivitas seperti fagositosis, pembentukan sitokin dan pergerakan jaringan yang mengalami inflamasi (Muhammad, 2024).

Perlindungan tubuh secara biologis terhadap suatu antigen (penyakit) yang spesifik disebut imunitas. Reaksi terhadap benda asing yang masuk ke dalam mikroorganisme disebut imun tubuh. Sedangkan konsep imun adalah hasil Kerjasama yang kompleks dari berbagai sel dan zat di dalam jaringan limfe serta sumsum tulang (Irianto & Waluyo, 2007).

Imunitas terutama berkaitan dengan pertahanan tubuh terhadap penyakit-penyakit menular. Sel jaringan dan molekul di dalam tubuh yang saling bekerja sama untuk menciptakan pertahanan terhadap infeksi dari luar tubuh disebut dengan sistem kekebalan tubuh. Sementara itu, reaksi yang terkoordinasi antara sel, jaringan dan molekul di dalam tubuh terhadap infeksi dari luar tubuh disebut dengan respons imun. Selanjutnya ilmu yang mempelajari sistem kekebalan tubuh dan respons imun disebut dengan imunologi.

B. Sistem Imun Tubuh Manusia

Inang manusia melindungi diri dari infeksi melalui dua mekanisme. Pengelompokan dua mekanisme ini didasarkan pada mekanisme pertahanan yang dilakukan serta cara tubuh mendapatkan kekebalan tersebut. Imunitas alami/*innate immunity* yang sudah ada sejak lahir dan selalu ada, serta imunitas adaptif yang diaktifkan oleh antigen atau yang disebut imunitas khusus atau imunitas buatan. Sistem imun adaptif memerlukan beberapa hari untuk dapat diaktivasi, bersifat spesifik pada satu jenis antigen tertentu dan memiliki respons yang lebih kuat dibandingkan sistem imun didapat (Ball et al., 1997; Muhammad, 2024).

Tubuh manusia memiliki serangkaian mekanisme dalam mengalahi masuknya patogen, mencegah patogen berkembang serta mengeliminasi patogen yang telah masuk ke dalam tubuh. Saat tubuh pertama kali mengalami serangan infeksi, penghalang utama yang digunakan tubuh ialah bagian terluar tubuh yaitu jaringan kulit. Jaringan kulit menjadi penghalang fisik dari masuknya bakteri dan virus ke dalam tubuh. Apabila patogen tersebut telah berhasil masuk, maka tubuh melakukan proses pertahanan berikutnya yaitu sistem imun didapat.

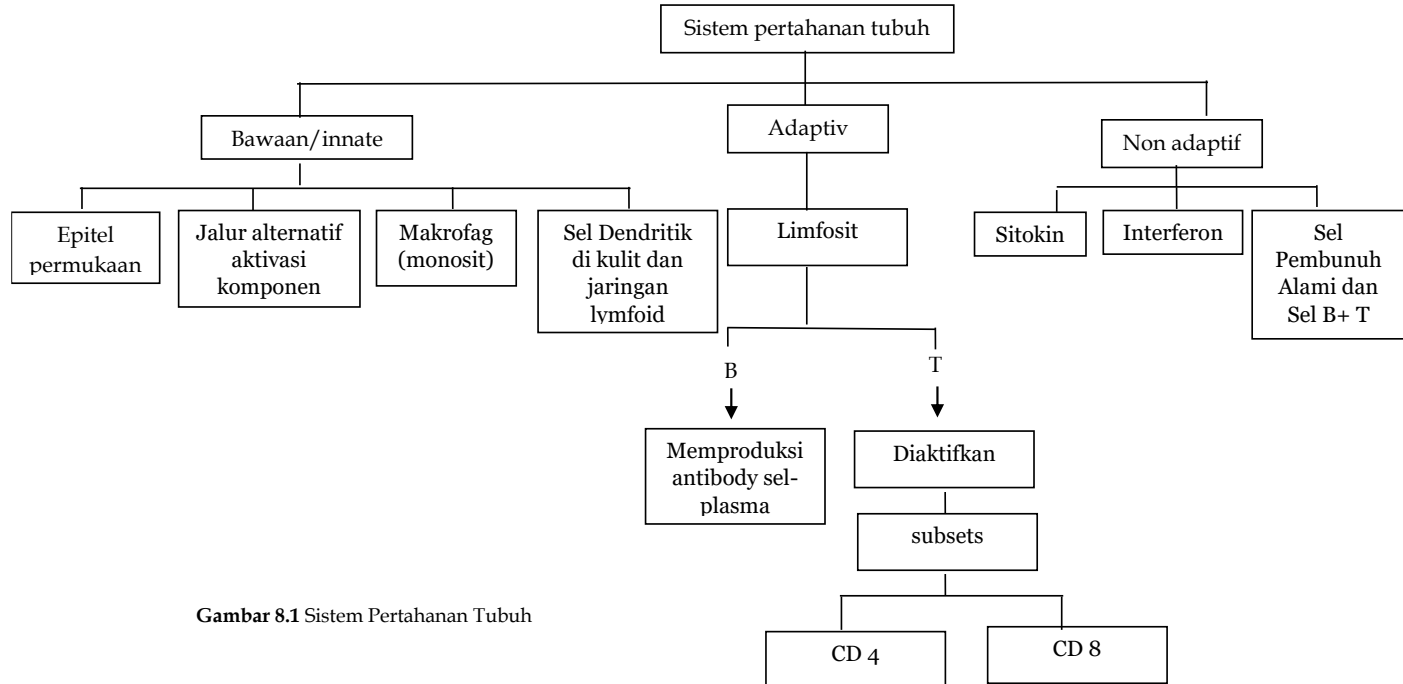
Makrofag umumnya berperan dalam serangan yang pertama saat patogen masuk ke dalam tubuh, dengan cara memakan dan membunuh mikroba karena memiliki serangkaian toksik dan enzim yang dapat membunuh patogen yang masuk ke dalam tubuh. Antibodi dan limfosit yang spesifik terhadap patogen yang telah masuk, meskipun telah berhasil mengeliminasi bakteri dan virus yang masuk, masih berada di dalam tubuh manusia untuk jangka waktu yang cukup lama. Limfosit masih beredar untuk memastikan ketika serangan yang kedua dari patogen yang sama datang dapat dengan cepat dan kuat ditangani dan hasilnya tubuh menjadi lebih kebal terhadap serangan infeksi tersebut. Terdapat juga komponen pertahanan inang yang tidak spesifik seperti produksi sitokin dan interferon serta sel pembunuh alami, yang menunjukkan bahwa faktor lingkungan dapat memengaruhi

komponen-komponen ini (Ball et al., 1997; Muhammad, 2024).

Infeksi harus melewati berbagai rintangan sistem kekebalan bawaan sebelum memerlukan respons adaptif limfosit, yang didukung oleh mekanisme lain seperti sintesis sitokin atau produksi interferon. Limfosit bisa terdiri dari sel pembunuh alami B, T, atau sel pembunuh alami (dalam imunitas terhadap jaringan). Sel B yang diaktifkan oleh antigen dapat bertransformasi menjadi sel plasma yang sangat khusus di area ekstrasvaskular yang memproduksi imunoglobulin (IgG, IgM, IgA, IgD, dan IgE). Ini disebut sebagai imunitas humoral. Sel T memfasilitasi respons imun yang dipicu oleh sel. Sel T, yang dikenal sebagai penginduksi atau pembantu CD4, mengaktifkan sel B. Sel yang dikenal sebagai sitotoksik atau penekan CD8 membunuh sel target terinfeksi dan juga menekan respons sel B dan sel T. Ada jenis lain dari subset sel T. Sistem imun tidak hanya mengatasi berbagai infeksi (bakteri, virus, dan parasit), tetapi juga zat asing lainnya seperti jaringan transplantasi dan, pada waktu tertentu, dapat diarahkan melawan tubuh sendiri sebagai autoimunitas.

Respon alergi merupakan respons abnormal atau idiosinkratik dari sistem imun yang melibatkan sel jaringan dan antibody IgE terhadap antigen dan terkadang berupa eosinophilia (eosinophil dalam jumlah yang berlebihan dalam darah) atau infiltrasi esosinofil dalam jaringan (Ball et al., 1997).

Sistem pertahanan tubuh digambarkan dalam bagan berikut :



Gambar 8.1 Sistem Pertahanan Tubuh

C. Peran Zat Gizi Terhadap Infeksi dan Sistem Imun

Zat gizi merupakan komponen yang esensial bagi kehidupan manusia yang secara umum dibagi menjadi dua jenis, yaitu zat gizi makro dan zat gizi mikro. Zat gizi makro merupakan komponen yang memiliki proporsi besar dalam penyusunan tubuh manusia dan memiliki peran besar dalam menyumbangkan energi bagi tubuh. Selain itu, zat gizi mikro juga dibutuhkan oleh tubuh agar tubuh dapat bekerja secara optimal.

Protein berpartisipasi dalam proses leukositosis dan reaksi antigen-antibodi dalam sistem kekebalan adaptif. Senyawa BCAA (branched chain amino acid), yang terdiri dari isoleusin, leusin, dan valin, adalah salah satu asam amino yang sangat penting untuk sistem kekebalan tubuh. BCAA membantu proliferasi limfosit, fagositosis neutrophil, dan aktivitas NK (sel pembunuh natural) limfosit. Selain itu, BCAA meningkatkan kondisi inflamasi dengan mempercepat penguraian faktor pro-inflamasi seperti alkaline phosphatase, gamma glutamine transferase, dan C-reactive protein (CRP). BCAA juga mengurangi risiko tertular virus dan bakteri. BCAA terutama ditemukan dalam protein hewani seperti daging sapi dan ikan laut dalam seperti salmon, tuna, dan trout. Asam lemak esensial juga diperlukan untuk meningkatkan kekebalan tubuh (Wirjatmadi, 2020). Vitamin D mempengaruhi dan meregulasi sistem imun tubuh selain berfungsi dalam metabolisme dan menjaga kesehatan tulang dan otot. Pasien dengan penyakit imunologi biasanya memiliki tingkat vitamin D yang rendah, sehingga pemberian vitamin D dosis tinggi (1000 IU/hari atau lebih) dapat meningkatkan status vitamin D (Rengganis et al., 2019).

D. Alergi Makanan

Alergi makanan merupakan kondisi gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh respons imun spesifik akibat paparan terhadap makanan tertentu. Reaksi alergi dapat terjadi mulai dari anafilaksin hingga gangguan saluran pencernaan yang dimediasi reaksi seluler. Alergi makanan bersifat spesifik, setiap individu memiliki kecenderungan sendiri untuk mengalami alergi makanan tertentu. Berikut ini adalah beberapa faktor resiko yang

dapat meningkatkan kecenderungan alergi terhadap makanan :

1. Jenis Kelamin, diperkirakan bahwa anak laki-laki memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk mengalami alergi makanan
2. Ras dan etnisitas
3. Faktor genetik
4. Atopi atau komorbiditas dari dermatitis atopik
5. Kekurangan vitamin D
6. Pola makanan seperti rendahnya konsumsi asam lemak tak jenuh ganda omega 3, rendahnya konsumsi antioksidan harian
7. Peningkatan penggunaan antasida
8. Peningkatan status higienitas
9. Waktu, jenis makanan dan rute pemberian makanan saat awal kehidupan

Alergi pada anak-anak dapat terhenti saat dewasa dan ada beberapa yang masih bertahan saat dewasa. Alergi terhadap susu, telur, terigu dan kacang kedelai biasanya akan selesai saat dewasa. Sedangkan alergi terhadap kacang-kacangan, ikan, dan seafood biasanya akan bertahan hingga saat dewasa.

Alergi merupakan salah satu kelas dari respons sistem imun yang disebut reaksi hipersensitivitas yang dapat berdampak buruk seperti melukai jaringan atau dapat menyebabkan penyakit lain. Alergi sering diidentikkan dengan hipersensitivitas tipe I. Salah satu tanda dan gejala dari adanya alergi antara lain :

1. Munculnya gatal pada bibir atau lidah
2. Muntah secara berulang
3. Diare
4. Urtikaria
5. Penolakan terhadap makanan tertentu oleh beberapa anak-anak dapat menunjukkan alergi atau intoleransi
6. Kelelahan yang disebabkan oleh alergi dapat dirasakan di pagi hari dan setelah bangun tidur atau sore
7. Nyeri, kekakuan dan merobek otot bahu, leher dan punggung, yang mungkin terjadi dengan sakit kepala berhari-hari dan minggu.

Alergi makanan juga dapat menyebabkan gangguan yang bersifat psikologis, seperti tegang, gugup, mudah

marah, keras kepala, cemas, bingung, gugup dikombinasikan dengan gemetar, gagap, lesu, pingsan, aphasia/hilangnya kemampuan untuk berbicara, bingung, depresi dan melankolis.

E. Tipe Alergi

Secara umum, terdapat dua jenis reaksi alergi makanan yang terjadi pada seseorang. Reaksi pertama adalah reaksi langsung yang disertai gejala yang terjadi dalam beberapa menit, atau bahkan detik setelah konsumsi makanan. Yang ditandai salah satunya adalah anafilaksis (syok), urtikaria dan *edema angioneurotic* (pembengkakan kulit). Reaksi tipe kedua adalah reaksi lambat, yang berupa kelelahan, mudah marah, depresi, hiperaktif, insomnia, sakit kepala, konsentrasi yang buruk, pucat, anggota badan gatal, mengompol, asma, pilek, gangguan pencernaan, kolik, diare serta kembung dan lesi kulit.

Alergi makanan adalah sebuah reaksi imunologis terhadap allergen yang berasal dari bahan makanan. Kondisi ini bisa dimediasi oleh IgE, non IgE (dimediasi oleh respons seluler) atau kombinasi keduanya. Karakteristik dari reaksi yang diinduksi oleh IgE adalah bersifat cepat dan *reproducible* atau dapat berulang. Alergen bervariasi dan spesifik antara individu. Saat seseorang mengonsumsi makanan yang mengandung allergen akan terjadi interaksi dengan IgE yang spesifik pada allergen tersebut. Alergen yang terdapat dalam bahan makanan biasanya merupakan glikoprotein dengan ukuran 10-70 kD dan relative lebih stabil terhadap pemanasan, asam dan enzim-enzim protease.

Berdasarkan sifat kimiawi dan fisiknya, allergen dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu allergen yang tahan terhadap panas dan allergen yang tidak tahan terhadap panas. Alergen tahan terhadap panas disebabkan urutan asam amino pada segmen proteinnya. Kelompok ini mencakup allergen kacang, cod, susu lactoglobulin, telur ovalbumin putih, yang semuanya tahan terhadap panas dan bertindak bahkan setelah memasak produk. Alergen tidak tahan panas berkaitan dengan tata ruang protein. Suhu tinggi menyebabkan perubahan dalam struktur tiga

dimensi dari protein, seperti buah-buahan, sayuran, daging yang sering kehilangan kepekannya dengan cara direbus.

F. Patogenesis Alergi

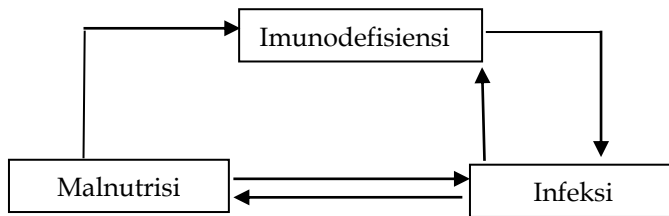
Allergen yang berasal dari makanan berhasil masuk ke dalam tubuh dan berikatan dengan IgE yang spesifik lalu menempel pada permukaan sel mast atau basophil. Hasil dari proses ini adalah dilepasnya molekul-molekul yang dapat menginduksi reaksi anafilaksis salah satunya adalah histamin. Selain histamin, *platelet-activating factor* (PAF) juga diperkirakan memiliki peran penting sebagai mediator anafilaksis selama kejadian alergi. Mengingat besarnya peran IgE terhadap pathogenesis alergi, peningkatan kadar serum IgE digunakan untuk menandai terjadinya alergi. Untuk dapat menghasilkan IgE, sel B memerlukan bantuan dari sel T yang memproduksi IL-4.

G. Kekurangan Gizi dan Status Imun

Baik kekurangan nutrisi primer maupun sekunder (akibat penyakit, infeksi, serta kondisi melemahkan seperti malabsorpsi, gagal jantung, penyakit jantung, penyakit paru obstruktif kronik, dan penyakit neoplastik) dapat memengaruhi status imun melalui berbagai komponen sistem imun, baik bawaan maupun adaptif, seluler maupun humoral. Contohnya, kemampuan permukaan epitel dalam memperbaiki cedera bisa terpengaruh oleh kekurangan protein atau seng, sehingga memudahkan terjadinya pelanggaran oleh organisme yang menyebabkan infeksi. Dengan kekurangan protein dan beberapa vitamin yang larut dalam air, respons antibodi terhambat. Dalam malnutrisi energi protein, penurunan produksi Ig A sekretori dari permukaan epitel atau mukosa menyebabkan masalah khusus berupa peningkatan kerentanan terhadap infeksi di telinga, mata, dan saluran pencernaan.

Kekurangan protein energi ditandai dengan gangguan pada sistem komplemen (sistem yang memproduksi zat untuk memperkuat respons peradangan), imunitas seluler, produksi sitokin (terutama IL-1, suatu interleukin) oleh makrofag, serta fungsi fagositosis oleh monosit (sistem retikulo-endotelial) dan leukosit polimorfonuklear

(granulosit neutrofil). Kekurangan gizi yang dapat memengaruhi fungsi sistem imun dirangkum dalam gambar berikut :



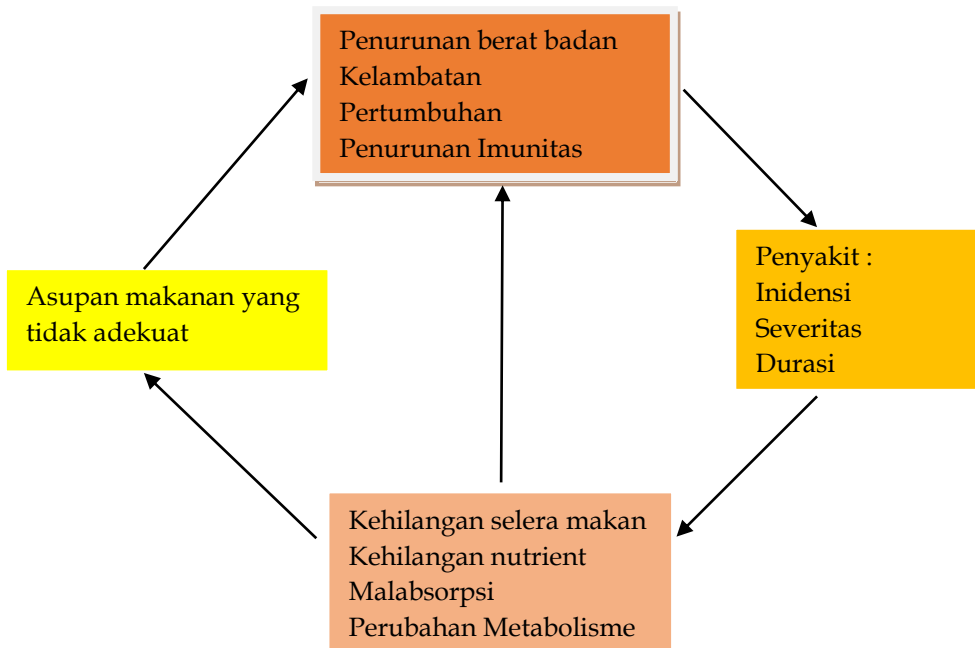
Gambar 8.2 Hubungan antara malnutrisi dan

Tidak hanya kekurangan, tetapi juga ketidakseimbangan nutrisi dapat mengganggu sistem imun, seperti halnya kelebihan leusin dan kelebihan zat besi dan dengan perubahan dalam 33/36 pada rasio lemak esensial.

Secara sistemik, kekurangan kalori protein (KKP) akan mempengaruhi fungsi kekebalan karena mengganggu kerja sel-sel fagosit, menurunkan jumlah serta fungsi limfosit T dan mengurangi produksi antibody. Secara lokal, KKP akan mengganggu peranan saluran cerna yang penting dalam melindungi tubuh terhadap berbagai penyakit infeksi. Misalnya saja, KKP akan menurunkan jumlah dan fungsi *border cells* pada usus yang dalam keadaan normal akan menjadi perintang (*barrier*) untuk mencegah translokasi zat-zat infeksius dari dalam usus ke aliran darah (Hartono, 2012).

Interaksi antara infeksi dan gizi di dalam tubuh seseorang dikemukakan sebagai suatu peristiwa sinergisti, selama terjadinya infeksi, status gizi akan menurun dan dengan menurunnya status gizi, orang tersebut akan menjadi kurang resisten terhadap infeksi. Respon imun menjadi kurang efektif dan kuat ketika mengalami gizi kurang. Rintangan yang harus dilalui mikroba untuk menimbulkan infeksi, yaitu kulit dan mukosa tractus gastrointestinal serta respiratorius menjadi lemah dan komponen seluler serta humoral pada sistem pertahanan tubuh akan berkurang (Gibney et al., 2009).

Sinergisme ini dilukiskan dalam sebuah diagram yang dipromosikan melalui UNICEF (*the United Nations Children's Fund*) sebagai berikut :



Gambar 8.3 Siklus Sinergistik infeksi dan malnutrisi

H. Terapi Imunonutrisi

Umumnya terapi imunonutrisi dilaksanakan pada pasien-pasien dengan penurunan daya kekebalan tubuh akibat penyakit atau trauma yang berat. Metaanalisis dan sejumlah RCT telah menunjukkan manfaat glutamin, arginin dan asam lemak omega-3 dalam memperpendek masa perawatan serta mempercepat kesembuhan pada pasien-pasien bedah saluran cerna, luka bakar berat dan kanker. Manfaat imunonutrien tersebut diharapkan juga terjadi jika diberikan pada pasien-pasien infeksi dengan gangguan pengendalian imunitas. Pada stress berat akibat keadaan tersebut diatas, glutamin dan arginin yang tergolong ke dalam *conditionally essential amino acids* akan mengalami penurunan hingga sepersepuluh dari kadar

dalam keadaan sehat sehingga diperlukan suplementasi dari luar. Hanya saja pemberian arginin pada keadaan sepsis merupakan kontraindikasi karena arginin dapat menimbulkan vasodilatasi dan meningkatkan reaksi inflamasi (Hartono, 2012).

Glutamin dibutuhkan untuk mempertahankan kekebalan dan mencegah atrofi saluran cerna yang dapat berakibat translokasi bakteri dari saluran cerna ke berbagai organ tubuh. Atrofi saluran cerna dapat dicegah dengan pemberian glutamin karena asam amino ini sangat dibutuhkan bagi pembentukan *brush border cells* yang ada pada permukaan internal saluran cerna. *Brush border cells* merupakan sel-sel yang menjaga keutuhan saluran cerna dan melaksanakan penyerapan unsur-unsur gizi.

Arginin juga berperan dalam mempertahankan kekebalan, peranan lainnya adalah mempercepat penyembuhan luka dan penggantian jaringan yang rusak lewat pembentukan kolagen, Arginin juga merupakan substrat untuk memproduksi *nitric oxide* yang berperan dalam mencegah pengatupan pembuluh darah. Selain merupakan komponen utama membrane sel, asam lemak tak jenuh ganda omega-3 berperan dalam mengatur fungsi kekebalan, bersifat anti inflamasi dan mencegah defisiensi asam lemak esensial seperti asam linoleate (Hartono, 2012).

Daftar Pustaka

- Ball, M., Briggs, D. R., Crotty, P. A., Jones, G. P., Kouris-Blazos, A., Lennard, L. B., S.D.Read, R., Robertson, L., Rutishauser, I. H. ., Wahlqvist, M. L., & Wattanapenpaibon, N. (1997). *Food and Nutrition* (Mark L. Wahlqvist (ed.)). National Library of Australia.
- Gibney, M. J., Margarets, B. M., Kearney, J. M., & Arab, L. (2009). *Gizi Kesehatan Masyarakat (Public Health Nutritions)* (P. Widyastuti & E. A. Hardiyanti (eds.)). Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Hartono, A. (2012). *Terapi Gizi dan Diet Rumah Sakir*. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Irianto, K., & Waluyo, K. (2007). *Gizi dan Pola Hidup Sehat*. CV. Yrama Widya.
- Muhammad, H. F. L. (2024). *Imunologi Gizi*. Gadjah Mada University Press.
- Rengganis, I., Kekalih, A., & Garna, D. R. (2019). Proporsi Defisiensi Vitamin D pada Pasien Poliklinik Alergi dan Imunologi. *Cermin Dunia Kedokteran*, 46(12), 760–763. <http://cdkjournal.com/index.php/CDK/article/view/397>
- Wirjatmadi, B. (2020). Peran zat gizi pada imunitas tubuh. *Universitas Ciputra*, 1(1), 19.

BAB 9

Gizi & Kesehatan Mental

Yuli Dwi Setyowati, SGz., MSi

A. Definisi Gizi Dan Kesehatan Mental

Seorang manusia yang sehat seyogya merupakan seseorang yang bebas dari ketidaknyamanan/sejahtera fisik, mental dan sosial. Namun, manusia tidak luput dari ketidaknyamanan mental yang dapat disebabkan karena factor gizi, lingkungan maupun modernitas. Gizi dan kesehatan mental merupakan dua aspek penting dalam kehidupan manusia yang saling berkaitan erat. Selama ini, gizi lebih sering dikaitkan dengan kesehatan fisik, seperti pertumbuhan, kekebalan tubuh, dan pencegahan penyakit. Namun, dalam beberapa dekade terakhir, khususnya masa modernitas saat ini, masyarakat hidup dalam ritme yang serba cepat. Selain itu, masyarakat juga menghadapi tekanan kerja yang tinggi, serta paparan informasi digital yang berlebihan. Sehingga, aspek gizi dan kesehatan mental menjadi dua hal krusial yang saling memengaruhi dan tidak bisa dipisahkan. Hal ini terlihat pada semakin banyaknya penelitian yang menunjukkan bahwa pola makan dan status gizi juga memainkan peran penting dalam menjaga kesehatan mental seseorang.

Kesehatan mental mencakup kondisi emosional, psikologis, dan sosial yang memengaruhi cara seseorang berpikir, merasa, dan bertindak. Faktor-faktor seperti stres, kecemasan, dan depresi dapat dipengaruhi oleh berbagai aspek, termasuk asupan gizi harian. Perubahan psikologis masyarakat dan juga kemudahan akses terhadap makanan cepat saji, tinggi gula, lemak jenuh dan rendah serat pada masyarakat modern akan menimbulkan pola makan yang tidak sehat. Selain itu, tuntutan hidup modern sering kali mengabaikan pentingnya keseimbangan antara tubuh dan pikiran. Kurangnya waktu untuk makan sehat, istirahat,

dan aktivitas fisik memperburuk kondisi mental. Padahal, sejumlah nutrisi seperti vitamin D, magnesium, asam lemak omega-3, serta vitamin B kompleks, terbukti mendukung fungsi otak dan sistem saraf, serta berperan dalam menjaga kestabilan suasana hati dan mengurangi gejala gangguan mental. Sebaliknya, konsumsi berlebihan gula, makanan olahan, dan kafein telah dikaitkan dengan peningkatan risiko gangguan kecemasan dan depresi.

1. Pengertian Zat gizi makro dan mikro

Istilah gizi berasal dari bahasa Arab “giza” yang berarti zat makanan, dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah nutrition yang berarti bahan makanan atau zat gizi atau sering diartikan sebagai ilmu gizi. Lebih luas, gizi diartikan sebagai suatu proses organisme menggunakan makanan yang dikonsumsi secara normal melalui proses pencernaan, penyerapan, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pengeluaran zat gizi untuk mempertahankan kehidupan, pertumbuhan dan fungsi normal organ tubuh serta untuk menghasilkan tenaga. (Djoko Pekik Irianto, 2006). Zat gizi makro (makronutrien) adalah zat gizi yang diperlukan tubuh dalam jumlah banyak, biasanya diukur dalam gram per hari. Fungsi utamanya sebagai penyedia energi dan bahan pembangun jaringan tubuh, terutama karbohidrat, protein, dan lemak. Karbohidrat dan protein masing-masing menyediakan sekitar 4 kkal per gram, sedangkan lemak menghasilkan sekitar 9 kkal per gram. (Almatsier 2014).

Zat gizi mikro adalah zat gizi yang diperlukan tubuh dalam jumlah kecil. Kelompok yang disebut juga dengan mikronutrien ini terdiri atas vitamin dan mineral. Mikronutrien biasanya diukur dalam satuan miligram (mg), mikrogram (mcg), atau IU. Vitamin dibagi menjadi dua kelompok Vitamin larut lemak (vitamin A, D, E, K) dan Vitamin larut air (vitamin B kompleks dan vitamin C). Selain itu, mineral adalah unsur anorganik esensial yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, umumnya kurang dari 100 mg per hari. Mineral mikro termasuk zat

seperti zat besi, seng, tembaga, selenium, dan iod (almatsier 2014).

2. Pengertian Kesehatan Mental

“Mental health is a state of mental well-being that enables people to cope with the stresses of life, realize their abilities, learn well and work well, and contribute to their community” (WHO 1998).

WHO mendefinisikan Kesehatan mental sebagai sejahtera yang tidak hanya bebas dari penyakit, melainkan mencakup nilai intrinsik dan instrumental yang mendukung kemampuan seseorang untuk mengambil keputusan, membangun hubungan, dan memengaruhi lingkungan sosial di sekitarnya. Kesehatan mental lebih dari sekadar bebas penyakit sebagai cakupan kesejahteraan psikologis dan sosial, bukan hanya ketiadaan gangguan mental. Selain itu, terdapat fungsi adaptif dimana seseorang memiliki kemampuan untuk mengelola stres sehari-hari, belajar, dan bekerja secara produktif . Kontribusi sosial pada seseorang juga ditekankan pada kemampuan individu untuk berinteraksi dan berperan dalam komunitasnya (WHO 2022).

Dengan pemahaman ini, pendekatan holistik dalam peranan gizi dan kesehatan mental sebagai bagian dari strategi pencegahan dan pengelolaan gangguan psikologis. Oleh karena itu, penting bagi masyarakat, khususnya tenaga kesehatan dan pendidik, untuk meningkatkan kesadaran akan hubungan antara gizi dan kesehatan mental sebagai bagian dari gaya hidup sehat secara menyeluruh.

B. Interaksi antara Gizi dan Fungsi Otak

Otak manusia adalah organ pusat dari sistem saraf yang bertanggung jawab atas berbagai fungsi vital tubuh, termasuk berpikir, merasakan, mengingat, mengatur gerakan, serta mengontrol emosi dan tingkah laku. Otak manusia membutuhkan berbagai gizi untuk berfungsi optimal. Beberapa zat gizi esensial seperti asam lemak omega-3, vitamin B kompleks, zat besi, seng, magnesium,

dan triptofan berperan penting dalam menjaga keseimbangan kimia otak.

Zat gizi essensial Omega-3 (terutama EPA dan DHA) memiliki peran penting dalam membentuk struktur sel saraf dan memodulasi proses inflamasi di otak. EPA (Eicosapentaenoic Acid) dan DHA (Docosahexaenoic Acid) adalah asam lemak omega-3 rantai panjang yang sangat penting untuk kesehatan otak, jantung, dan sistem saraf. DHA (Docosahexaenoic Acid) memiliki komponen struktural utama pada korteks serebral dan retina, penting untuk perkembangan otak janin, bayi, dan fungsi kognitif pada dewasa. Kemudian, EPA (Eicosapentaenoic Acid) berperan lebih besar dalam respon imun dan pengaturan suasana hati, serta menurunkan kadar sitokin proinflamasi (Mozaffarian, D., & Wu, J.H. 2011). Studi menunjukkan bahwa kekurangan asam lemak omega-3 berkaitan dengan peningkatan risiko depresi. Sumber alami dari omega-3 adalah Ikan laut dalam (salmon, sarden, tuna), biji rami, dan kacang kenari. (Calder, P.C. (2015). Dan Mozaffarian, D., & Wu, J.H. (2011), Hristos F et al. 2023).

Peran Asam Lemak Omega-3, yaitu membantu untuk mengurangi adanya risiko gangguan suasana hati (mood) dan penyakit pada otak (Deacon et al., 2017). Dengan mengonsumsi makanan yang mengandung Omega-3, maka dapat meningkatkan fungsi otak dan menjaga selubung myelin yang melindungi sel-sel saraf. Pada manusia, kekurangan diet asam lemak omega-3 dikaitkan dengan peningkatan risiko mengembangkan berbagai gangguan kejiwaan, termasuk depresi, gangguan bipolar, skizofrenia, demensia, gangguan defisit perhatian atau hiperaktivitas, dan autism. Bahan makanan yang mengandung zat gizi ini, seperti ikan sarden, ikan salmon, ikan makarel, ikan tuna dan chiasseed. Lalu, peran Asam Folat adalah melindungi dan memelihara sel saraf, termasuk sel saraf pada otak sehingga membantu untuk mengurangi risiko gejala gangguan mental, seperti depresi. Bahan makanan yang mengandung zat gizi ini, yaitu bayam, buncis, kacang polong, asparagus, hati, dan alpukat(Hosker, Elkins and

Potter, 2019; Schweren et al., 2021). Selain, asam lemak omega 3 terdapat vitamin b complex dan beberapa mineral yang penting bagi kesehatan mental.

Mineral yang ada dalam makanan seperti zat besi, seng dan magnesium juga dapat menyebabkan kelelahan, sulit konsentrasim stress, cemas dan terganggunya sinyal saraf. Zat besi (Fe) yang terkandung dalam pangan sumber protein memiliki dampak yang luar biasa pada metabolisme tubuh. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan kelelahan dan kesulitan konsentrasi. Selain zat besi, terdapat magnesium yang berperan dalam pengaturan stres dan kecemasan. Mineral seng juga terlibat dalam fungsi enzimatik dan sinyal saraf.

C. Peran Zat Gizi kepada Kesehatan Mental

Beberapa asupan zat gizi yang dapat dioptimalkan sebagai upaya preventif dalam mengatasi masalah kesehatan mental pada manusia, meliputi Asam Lemak Omega-3, Asam Folat, Asam Amino (Protein), Vitamin B12, Vitamin C, D dan E, Selenium, Zinc dan Probiotik (Desantis, 2020).

1. Asam Amino (Protein)

Asam amino merupakan komponen utama penyusun protein yang memiliki fungsi metabolisme dalam tubuh dan dibagi menjadi dua kelompok yaitu asam amino esensial dan non-esensial (Mandila dan Hidajati, 2013). Asam amino esensial merupakan asam amino yang tidak dapat dibuat oleh tubuh dan harus diperoleh dari makanan sumber protein. Asam amino non esensial adalah asam amino yang dapat dibuat oleh tubuh manusia. Mutu protein dinilai dari perbandingan asam-asam amino yang terkandung dalam protein tersebut (Winarno, 2008). Asam amino L-triptofan adalah komponen diet yang telah digunakan dalam bentuk murni selama beberapa dekade.

Triptofan adalah prekursor dari neurotransmitter serotonin. Mengonsumsinya meningkatkan kinerja otak dan dapat meningkatkan kadar serotonin otak. Triptofan dibawa ke otak oleh sistem transportasi yang berbagi

dengan semua asam amino netral besar lainnya, dan ada persaingan di antara mereka untuk masuk ke otak. Karena triptofan adalah asam amino yang paling sedikit berlimpah dalam protein, persaingan dari asam amino netral besar lainnya akan mencegah kenaikan triptofan otak setelah konsumsi makanan yang mengandung protein. Penipisan triptofan akut dapat menghasilkan penurunan suasana hati sementara pada individu yang rentan, kadang-kadang menyebabkan pola gejala depresi penuh pada pasien yang sebelumnya depresi. Gejalanya berbalik segera setelah kadar triptofan dipulihkan. Teknik penipisan triptofan juga dapat menimbulkan peningkatan agresi dalam tes laboratorium agresi. Hasil ini menunjukkan keterlibatan serotonin otak rendah dalam penyebab depresi dan agresi (Young, 2002).

2. Vitamin C

Vitamin C atau yang dikenal dengan asam askorbat adalah antioksidan yang terlibat dalam kecemasan, stres, depresi, kelelahan dan keadaan mood individu. Studi menunjukkan bahwa stres oksidatif dapat memicu gangguan neuropsikologis. Antioksidan mungkin memainkan peran terapeutik penting dalam memerangi kerusakan yang disebabkan oleh stress oksidatif pada individu yang menderita kecemasan. Asam askorbat dapat memodulasi aktivitas katekolaminergik dan mengurangi reaksi stres.(moritz 2020).

Pemberian vitamin C dosis tinggi (1000 mg tiga x kali sehari) dapat menurunkan kortisol dan mengurangi subjektif tanggapan yang terkait dengan respons psikologis akut yang terkait dengan stres psikologis akut. Vitamin C atau asam askorbat juga berhubungan dengan depresi, hal ini juga ditemukan pada studi lainnya bahwa pasien depresi menunjukkan gejala kekurangan vitamin C. Gejala stres paling banyak yang dapat diperbaiki oleh asupan vitamin C meliputi timbulnya peningkatan denyut jantung, mulut kering, kram perut dan kecemasan (Al-fahham 2019).

3. Vitamin D

Vitamin D (calciferol) terdiri dari kelompok seco-sterol larut lemak yang ditemukan di beberapa makanan, seperti lemak ikan, jamur, kuning telur, dan hati (Holick 2007). Vitamin D memainkan peran penting dalam kesehatan mental. Kekurangan vitamin D telah dikaitkan dengan peningkatan risiko depresi dan kecemasan. Vitamin D juga berperan dalam fungsi kognitif dan dapat mempengaruhi suasana hati, serta memodulasi neurotransmitter seperti serotonin dan dopamine hati (Holick 2007).

Beberapa percobaan klinis menunjukkan bahwa suplementasi vitamin D pada konsentrasi yang tinggi sangat direkomendasikan bagi berbagai kondisi, terutama yang dialami oleh orang lanjut usia seperti mencegah risiko terjadinya depresi, mengurangi frekuensi jatuh dan fraktur, membantu mencegah penyakit kardiovaskular, dan mengurangi gejala flu. Beberapa manfaat lainnya juga terlihat pada penderita diabetes mellitus, multiple sclerosis, Crohn's disease, nyeri, dan kemungkinan autisme. (Kauffman 2009).

4. Selenium

Selenium adalah komponen penting dari enzim antioksidan seperti glutathione peroxidase (GPx), yang membantu melindungi sel-sel otak dari kerusakan akibat radikal bebas dan peradangan. Selenium terlibat dalam metabolisme hormon tiroid, yang berperan penting dalam mengatur suasana hati dan fungsi kognitif (Mehdi 2013).

Fungsi terpenting dari selenium yang diketahui adalah sebagai kofaktor dari glutathione peroksidase, dimana efeknya ini dapat melindungi membran dari kerusakan oksidatif. Selenoprotein membantu mencegah modifikasi oksidatif lipid, mengurangi peradangan dan mencegah agregasi platelet. 5. Ini dikarenakan efek selenium sebagai antioksidan, yakni sebagai enzim glutathione peroksidase, dapat mengurangi hidrogen peroksida, lipid, dan fosfolipid hidroperoxide, sehingga dapat meredam penyebaran radikal bebas dan reaktif

spesies oksigen (ROS), mengurangi hidroperoksida intermediate dalam jalur siklooksigenase dan lipooxygenase, dan mengurangi produksi prostaglandin dan leukotrien dengan menghilangkan hidrogen peroksida dan mengurangi produksi superoksida. Kekurangan selenium dapat menyebabkan gangguan fungsi tiroid, yang dapat memperburuk gejala depresi dan kecemasan (NIH Gov 2021).

5. Zinc atau Seng

Seng, atau zinc, memiliki peran penting dalam kesehatan mental. Seng adalah mineral penting yang terdapat di sistem saraf pusat dan berperan dalam berbagai fungsi otak, termasuk perkembangan, pemeliharaan, dan regulasi fungsi otak. Mineral ini juga terlibat dalam regulasi neurotransmisi, termasuk jalur glutamatergik dan serotonin, yang penting untuk suasana hati dan fungsi kognitif. Defisiensi seng telah dikaitkan dengan berbagai gangguan suasana hati, seperti depresi dan kecemasan. Penelitian menunjukkan bahwa suplementasi seng dapat membantu mengurangi gejala depresi dan kecemasan, baik pada model hewan maupun pada manusia (YosaeS *et al.* 2020).

6. Probiotic

Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang jika diberikan dengan jumlah yang sesuai akan memberikan manfaat dan digunakan secara konstan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota di dalam usus manusia seperti bakteri (Kim *et al.*, 2019; Sanders *et al.*, 2011). Sedangkan prebiotik didefinisikan sebagai makanan tinggi serat yang menguntungkan dalam keberlangsungan hidup mikrobiota usus yang menguntungkan yang dikenal juga sebagai probiotik. Berbagai produk minuman dan makan telah banyak memanfaatkan probiotik salah satunya yoghurt melalui teknik fermentasi (Harvard Medical School, 2020).

Selain berperan dalam imunostimulan, sistematik review menunjukkan probiotik memiliki peran dalam menurunkan gejala depresi dan kecemasan (Liu *et al.*,

2020; Wallace and Milev, 2017). Kedua manfaat yang dihasilkan dari probiotik memiliki hubungan sama lain melalui koneksi antara saraf pencernaan dan saraf pusat menghasilkan komunikasi antara dua organ yang berperan penting terhadap imunitas sistemik dan selfregulation. Komunikasi antara saluran pencernaan dan mikro organisme yang terdapat saluran cerna dengan sistem saraf perifer dan pusat dihubungkan melalui microbiota-Gut Brain Axis (MGBA) (Mörkl et al., 2020). Sehingga kesehatan enteral dan otak saling mempengaruhi satu sama lain.

Selain itu, menjaga diet telah terbukti dapat menjaga kesehatan mental. Adapun proses yang terjadi adalah hubungan antara saluran pencernaan dan otak melalui Gut Brain Axis (GBA) dan interaksi dua arah antara mikrobiota dengan GBA. Mikrobiota usus mengirimkan sinyal ke otak, sebaliknya otak ke mikrobiota melalui saraf, endokrin, dan humoral (Carabotti et al., 2015). Sehingga melalui hubungan tersebut diet yang sehat mempengaruhi fungsi emosional dan fungsi kognitif serta pentingnya mempertahankan keseimbangan mikrobiota usus.

7. Vitamin B6 (Pyridoxine)
 - a. Bentuk aktifnya PLP berfungsi sebagai koenzim dalam sintesis neurotransmitter penting seperti serotonin, dopamin, norepinefrin, epinefrin, dan GABA
 - b. Defisiensi B6 menyebabkan turunya produksi neurotransmitter dan peningkatan peradangan (via jalur NF κ B), yang dikaitkan dengan depresi dan gangguan kognitif .
 - c. Observasi klinis menunjukkan hubungan antara kadar B6 rendah dengan tingkat depresi lebih tinggi, khususnya pada remaja dan lansia .
8. Vitamin B9 (asam folat) (sumber MDPI)
 - a. Terlibat dalam metabolisme one carbon, penting untuk DNA metilasi dan sintesis serotonin, dopamin, norepinefrin.

- b. Kekurangan folat dapat menyebabkan penumpukan homosistein, memicu stres oksidatif, neurotoksisitas, dan disfungsi vascular. Hal ini berkaitan dengan gejala mood dan kognisi buruk.
 - c. Epidemiologi menunjukkan risiko depresi meningkat hingga 67 % pada pria dengan asam folat rendah.
9. Vitamin B12 (Cobalamin)
- a. Peran dalam metilasi dan sintesis neurotransmitter; diperlukan untuk mempertahankan mielin dan fungsi neuron PMC.
 - b. Defisiensi B12 sering ditemukan pada pasien depresi, dan berpotensi memperberat kognisi serta menurunkan respon terhadap antidepresan .
 - c. Dikaitkan dengan gejala neurologis seperti perasaan lemah, perubahan mood, demensia, bahkan psikotik jika sangat parah .
 - d. Penelitian intervensi (RCT, meta-analisis) menemukan bahwa suplementasi B12 (tanpa kondisi defisiensi berat) belum terbukti efektif untuk semua populasi, namun bermanfaat dalam subkelompok tertentu (misalnya lansia atau penderita kognitif ringan) .

D. Gangguan Mental dan Gizi

Beberapa gangguan mental yang berkaitan dengan asupan gizi diantaranya adalah depresi dan ansietas:

1. Depresi

Depresi adalah gangguan emosi yang sering dialami oleh manusia akibat stress berkepanjangan (kronis) dan mengganggu aktifitas dari manusia. Banyak penelitian yang menyebutkan bahwa depresi dikaitkan juga dengan diet tinggi gula dan lemak jenuh. Diet tinggi gula dan lemak jenuh dikaitkan dengan peningkatan risiko depresi. Sebaliknya, diet Mediterania yang kaya akan buah, sayur, ikan, dan minyak zaitun dikaitkan dengan penurunan risiko depresi (Logan 2014). Diet tinggi gula dan lemak jenuh diketahui dapat memicu inflamasi sistemik, disbiosis mikrobiota usus, serta gangguan fungsi neurotransmitter yang penting dalam regulasi mood, seperti serotonin dan dopamin. Sebuah studi

prospektif oleh Lassale et al. (2018) menemukan bahwa pola makan tinggi lemak jenuh, gula, dan makanan ultra-proses berhubungan dengan peningkatan risiko depresi sebesar 40%. Kaitan inflamasi sistemik, dysbiosis microbiota usus, stress oksidatif dan resistensi insulin pada depresi adalah sebagai berikut:

- a. Inflamasi sistemik: Konsumsi berlebihan gula dan lemak jenuh meningkatkan produksi sitokin pro-inflamasi seperti IL-6 dan TNF- α . Inflamasi kronis ini telah dikaitkan dengan gejala depresi.
 - b. Disbiosis microbiota usus: Diet tinggi gula dapat mengganggu keseimbangan microbiota usus, yang kemudian berdampak pada sumbu otak-usus (gut-brain axis), sehingga mempengaruhi fungsi kognitif dan emosi.
 - c. Stress oksidatif: Lemak jenuh meningkatkan produksi radikal bebas, yang bisa merusak sel otak dan menurunkan neuroplastisitas.
 - d. Resistensi insulin dan gangguan metabolik: Diet ini juga sering dikaitkan dengan obesitas dan diabetes tipe 2, yang keduanya meningkatkan risiko depresi (Sánchez-Villegas, A., & Martínez-González, M. A (2013).
2. Ansietas

Ansietas (kecemasan) adalah kondisi psikologis yang ditandai oleh perasaan tegang, khawatir, dan gelisah. Gizi memegang peran penting dalam fungsi otak dan keseimbangan neurotransmitter, yang berdampak langsung terhadap kesehatan mental, termasuk ansietas. Beberapa zat gizi mikro seperti magnesium, vitamin b-complex, zat besi dan asam lemak omega-3 serta gula-karbohidrat sederhana dapat berhubungan dengan kecemasan seseorang. Zat gizi mikro magnesium dibutuhkan oleh tubuh karena berperan dalam pengaturan sistem saraf. Oleh karena itu, Kekurangan magnesium dapat meningkatkan gejala ansietas. Selanjutnya, vitamin B kompleks juga terlibat dalam sintesis neurotransmitter seperti serotonin dan dopamin, yang memengaruhi suasana

hati dan kecemasan. Kemudian, jika kekurangan zat besi bisa menyebabkan kelelahan dan menurunkan fungsi kognitif, yang dapat memperburuk ansietas.

Selain magnesium, vitamin B-complex dan zat besi, asam Lemak Omega-3 diketahui memiliki efek anti-inflamasi dan dapat menurunkan gejala ansietas. Omega-3 membantu menjaga struktur membran neuron dan mendukung fungsi otak. Kemudian, terdapat gula dan karbohidrat sederhana yang jika dikonsumsi berlebihan dapat menyebabkan fluktuasi kadar gula darah yang memicu gejala ansietas seperti gelisah dan mudah marah. Selain gula, terdapat kafein yang memberikan efek memperburuk gejala ansietas, terutama pada individu yang sensitif terhadap stimulan. Diketahui juga pada keseimbangan Mikrobiota Usus Gut-brain axis menunjukkan bahwa kesehatan usus memengaruhi suasana hati dan gangguan ansietas. Probiotik dan prebiotik dapat membantu menyeimbangkan mikrobiota dan mengurangi gejala kecemasan. Oleh karena itu, gizi yang seimbang sangat penting dalam menjaga kesehatan mental. Kekurangan gizi tertentu seperti vitamin B, magnesium, atau omega-3 dapat memperburuk atau bahkan menjadi faktor risiko munculnya gangguan ansietas. Selain itu, terdapat kaitan antara status gizi lebih dengan gangguan kecemasan.

Status gizi dapat memengaruhi jalur biologis terkait kesehatan mental. Seperti pada penelitian Matos (2017) menjelaskan bahwa terdapat hubungan antara kecemasan dengan disregulasi yang terjadi pada jalur biologis individu obesitas, seperti proses inflamasi imun, stres oksidatif, keseimbangan neurotransmitter dan neuroprogresi (matos 2017). Status gizi dapat memberikan efek pada beberapa hormon seperti testosteron serta neurotransmitter seperti leptin dan serotonin, yang merupakan neurotransmitter yang disebutkan paling terlibat dalam patofisiologi gangguan mood (javadi 2017).

Daftar Pustaka

- Al-fahham AA. Effect of low dose vitamin C on public speaking stress during group presentation. *J Phys: Conf Ser.* 2019;1294(6):062054.
- Almatsier Sunita, (2014). *Penuntut Diet Edisi Baru*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Carabotti, M., Scirocco, A., Maselli, M.A., Severi, C., 2015. The gut-brain axis: interactions between enteric microbiota, central and enteric nervous systems. *Ann. Gastroenterol.* 28, 203–209.
- Chang de Pinho, I., Giorelli, G. & Oliveira Toledo, D. A narrative review examining the relationship between mental health, physical activity, and nutrition. *Discov Psychol* 4, 162 (2024). <https://doi.org/10.1007/s44202-024-00275-7>.
- Contreras-Rodriguez O, Reales-Moreno M, Fernández-Barrès S, Cimpean A, Arnoriaga-Rodríguez M, Puig J, Biarnés C, Motger-Albertí A, Cano M, Fernández-Real JM. Consumption of ultra-processed foods is associated with depression, mesocorticolimbic volume, and inflammation. *J Affect Disord.* 2023 Aug 15;335:340-348. doi: 10.1016/j.jad.2023.05.009. Epub 2023 May 18. PMID: 37207947.
- Djoko Pekik Irianto. (2006). *Panduan Gizi Lengkap Keluarga dan Olahragawan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Harvard Medical School, 2020. How to get more probiotics [WWW Document]. Harvard Heal. Publ
- Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med.* 2007;357:266-81. DOI: 10.1056/NEJMra070553
- Hosker, D. K., Elkins, R. M. and Potter, M. P. (2019) 'Promoting Mental Health and Wellness in Youth Through Physical Activity, Nutrition, and Sleep', *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*. W.B. Saunders, pp. 171–193. doi: 10.1016/j.chc.2018.11.010.
- Hristos F. Kelaiditis, E. Leigh Gibson, Simon C. Dyal. 2023. Effects of long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids on reducing anxiety and/or depression in adults; A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials, Prostaglandins, Leukotrienes and

- Essential Fatty Acids. Volume 192,2023, 102572, <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2023.102572>.
- Javadi, M. 2017. Prevalence of Depression and Anxiety and Their Association with Body Mass Index Among High School Students in Qazvin, Iran, 2013-2014. *Electron Physician*. 2017; 9(6): 4655-4660.
- Kauffman JM. Benefits of Vitamin D Supplementation. *Journal of American Physicians and Surgeons* 2009; 14 (2):38-44
- Kim, S.-K., Guevarra, R.B., Kim, Y.-T., Kwon, J., Kim, H., Cho, J.H., Kim, H.B., Lee, J.- H., 2019. Role of Probiotics in Human Gut Microbiome-Associated Diseases. *J. Microbiol. Biotechnol.* 29, 1335–1340. <https://doi.org/10.4014/jmb.1906.06064>
- Liu, R.T., Walsh, R.F.L., Sheehan, A.E., 2020. systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials 02915, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.03.023>.Prebiotics
- Matos, P. P. (2017). Relationship Between Anxiety Symptoms and Nutritional Status in Elderly Residents of Florianopolis-SC. *Demetra: Food, Nutrition & Health*. 2017;12(3): 699-711. 36.
- Mandila, S.P. dan N. Hidajati. (2013). Identifikasi asam amino pada cacing sutra (*Tubifex sp.*) yang diekstrak dengan pelarut asam asetat dan asam laktat. *UNESA J. of Chemistry*, 2(1):103- 109.
- Mehdi Y, Hornick J-L, Istasse L, Dufrasne I. Selenium in the Environment, Metabolism and Involvement in Body Functions. *Molecules*. Published online March 13, 2013:3292-3311. doi:10.3390/molecules18033292
- Moritz B, Schmitz AE, Rodrigues ALS, Dafre AL, Cunha MP. The role of vitamin C in stress-related disorders. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2020;85:108459.
- Mörkl, S., Butler, M.I., Holl, A., Cryan, J.F., Dinan, T.G., 2020. Probiotics and the Microbiota-Gut-Brain Axis: Focus on Psychiatry. *Curr. Nutr. Rep.* 9, 171–182. <https://doi.org/10.1007/s13668-020-00313-5>

- Mozaffarian, D., & Wu, J.H. (2011). "Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: Effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events." *Journal of the American College of Cardiology*, 58(20), 2047–2067.
- Mozaffarian, D., & Wu, J.H. (2011). "Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: Effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events." *Journal of the American College of Cardiology*, 58(20), 2047–2067.
- NIH gov. Selenium. Dietary Supplement Fact Sheet. National Institutes of Health . Published 2021. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Selenium-HealthProfessional/>
- Nutrition. *Journal Nutrition*, Vol 71, 110601. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.110601>.
- Ren Contreras-Rodriguez, Marta Reales-Moreno, Sílvia Fernández-Barrès, Anna Cimpean, Maria Arnoriaga-Rodriguez, Josep Puig, Carles Biarnés, Anna Motger-Albertí, Marta Cano, José Manuel Fernández-Real. 2023. Consumption of ultra-processed foods is associated with depression, mesocorticolimbic volume, and inflammation. *Journal of Affective Disorders*, Volume 335, Pages 340-348, <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.05.009>.
- Sanders, M.E., Heimbach, J.T., Pot, B., Tancredi, D.J., Lenoir-Wijnkoop, I., Lähteenmäki-Uutela, A., Gueimonde, M., Bañares, S., 2011. Health claims substantiation for probiotic and prebiotic products. *Gut Microbes*. <https://doi.org/10.4161/gmic.2.3.16174>
- Schweren, L. J. S. et al. (2021) 'Diet quality, stress and common mental health problems: A cohort study of 121,008 adults', *Clinical Nutrition*, 40(3), pp. 901–906. doi: 10.1016/j.clnu.2020.06.016.
- (Tan, Mei Lin, Teo Jasmine dan Daniel Wong. 2024. Exploring The Relationship Between Nutrition and Mental Health: A Systematic Review. DOI: <https://doi.org/10.62951/ijhm.v1i1.133>. Vol. 1 No. 1 (2024): January : *International Journal of Health and Medicine*)
- Wallace, C.J.K., Milev, R., 2017. The effects of probiotics on depressive symptoms in humans : a systematic review.

Ann. Gen. Psychiatry 1–10.
<https://doi.org/10.1186/s12991-017-0138-2>

WHO. 2022. Mental health. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response?utm_source=chatgpt.com

Winarno, F.G. 2008. Kimia pangan dan gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

Yosae, S., Solatni S, Esteghamati A., Seyed Abbas Motevalian, Mehdi Tehrani-Doost, Cain C.T. Clark, Shima Jazayeri. 2020. Effects of zinc, vitamin D, and their co-supplementation on mood, serum cortisol, and brain-derived neurotrophic factor in patients with obesity and mild to moderate depressive symptoms: A phase II, 12-wk, 2 × 2 factorial design, double-blind, randomized, placebo-controlled trial,

Young, S. N. 2002. Clinical nutrition: 3. The fuzzy boundary between nutrition and psychopharmacology. CMAJ, 166:205–209.

BAB 10

Gizi & Penyakit Tidak Menular

Widya Asih Lestari, S.GZ., MKM

A. Pangan, Gizi, dan Penyakit Tidak Menular (PTM)

Meningkatkan kualitas sumber daya manusia dapat diwujudkan melalui kebutuhan primer yakni pangan. Menurut undang-undang Nomor 18 Tahun 2012 definisi pangan adalah segala sesuatu yang bersumber dari produk hayati seperti pertanian, perkebunan, kehutanan, perikanan, peternakan, perairan, dan air yang diolah maupun tidak diolah serta ditujukan untuk menjadi makanan ataupun minuman yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Pangan terdiri dari berbagai macam klasifikasi diantaranya adalah pangan segar, pangan olahan, pangan pokok, pangan siap saji, pangan halal, pangan organik, dan pangan fungsional.

Setiap kelompok pangan memiliki variasi kandungan zat gizi yang berbeda-beda. Zat gizi dapat dibedakan menjadi zat gizi makro dan mikro. Zat gizi makro terdiri dari karbohidrat, protein, dan lemak. Sedangkan zat gizi mikro terdiri dari vitamin dan mineral. Pertama, karbohidrat sebagai sumber energi utama mengandung 4 kkal/gram dan direkomendasikan 45-65% dari total asupan harian. Karbohidrat berfungsi untuk menyediakan glukosa untuk otak dan otot.

Namun, jika dikonsumsi secara berlebihan dapat menyebabkan resistensi insulin. Kedua, protein mengandung 4 kkal/gram dengan kebutuhan sebesar 10-15%. Protein berperan dalam sintesis enzim dan jaringan. Jika dikonsumsi secara berlebihan dapat memicu gangguan pada ginjal. Ketiga, lemak berperan sebagai sumber energi terbesar yakni 9 kkal/gram dan dibutuhkan sebesar 20-

35% dari asupan harian. Lemak berperan penyerapan vitamin dan mineral dan produksi hormon. Namun, jika dikonsumsi dalam jumlah banyak dapat menimbun lemak dalam tubuh dan obesitas, serta meningkatkan resiko atherosclerosis (American Heart Association, 2024).

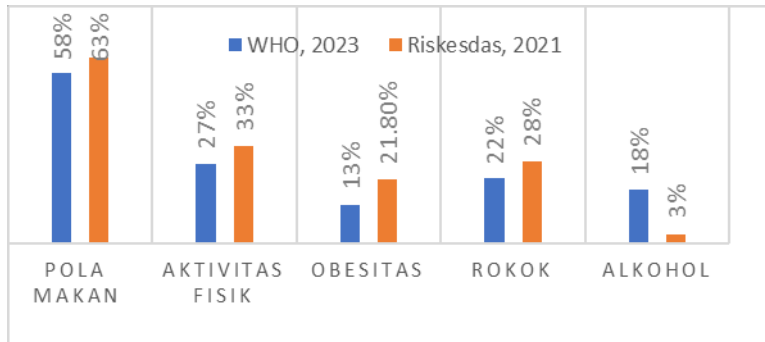
Penyakit tidak menular (PTM) menjadi penyumbang utama kematian di Dunia saat ini. Negara dengan karakteristik padat penduduk seperti Indonesia cenderung mengalami transisi demografis dan epidemiologis yang cepat. Hal ini berkaitan dengan ancaman PTM yang dapat meningkat seiring dengan populasi yang menua. Namun, karena perkembangan zaman saat ini membawa perubahan pada lingkungan dan teknologi sehingga dapat berdampak pada pola dan gaya hidup di masyarakat.

Hal tersebut pada akhirnya berdampak pada perubahan tren penyakit. Saat ini penyakit tidak menular banyak ditemukan pada kelompok usia yang cenderung lebih muda daripada usia lanjut. Apabila tren PTM pada kelompok usia lebih muda ini terus berlanjut maka penurunan akan terjadi pada kualitas hidup dan generasi mendatang. Menurut Profil Kesehatan Indonesia, terdapat 4 (empat) kelompok penyakit yang menjadi kontributor utama penyakit tidak menular dan menjadi penyebab kematian tertinggi yaitu penyakit kardiovaskular meliputi tekanan darah tinggi, penyakit jantung coroner, gagal jantung, dan stroke (38%), diabetes melitus (12%), kanker (11%), penyakit pernafasan kronis (7%) dan lainnya (32%) (Kemenkes RI, 2023).

B. Faktor Risiko PTM

Sebagian besar faktor risiko PTM dapat dicegah dan dimodifikasi. Menurunkan resiko PTM dapat dilakukan dengan cara mengendalikan faktor risiko perilaku dan metabolik tersebut. Faktor risiko perilaku yang banyak dilakukan oleh masyarakat Indonesia diantaranya adalah perilaku merokok, pola makan, dan aktivitas fisik. Sedangkan, faktor risiko metabolik yaitu obesitas dan tekanan darah tinggi. Berikut ini 5 (empat) faktor risiko

perilaku utama yang dapat mendasari terjadinya penyakit tidak menular, diantaranya :



Sumber: World Health Organization. (2023), *Riskesdas (2021)*

Gambar 10.1 Distribusi Faktor Risiko PTM secara Global dan Nasional

C. Penyakit Tidak Menular di Indonesia

1. Obesitas

a. Ruang lingkup obesitas

Obesitas adalah penyakit sistemik yang bersifat kronis dan dapat mempengaruhi seluruh system organ tubuh (Wittert, 2023). Obesitas merupakan bentuk dari akumulasi lemak tubuh yang berlebihan didalam tubuh yang dapat berdampak negative pada kesehatan. Obesitas atau status gizi lebih dapat dilihat dari indeks massa tubuh (IMT) $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ pada orang dewasa dengan >persentil 95 pada anak-anak berdasarkan grafik pertumbuhan (WHO,2021). Menurut World Obesity Federation (2023), Pada tahun 2035 prevalensi overweight dan obesitas akan meningkat pesat menjadi 51% pada populasi dewasa, dengan estimasi 25% populasi dewasa menjadi obesitas aktual dimana 1 dari 4 orang akan menjadi obesitas. Sedangkan, data Riskesdas 2018 menyebutkan prevalensi obesitas usia 18 tahun keatas di Indonesia mencapai 21,8%. Presentase tersebut mengalami peningkatan pada tahun 2023 menjadi 23,6% (Survey kesehatan Indonesia, 2023).

b. Faktor Penyebab Obesitas

Faktor penyebab obesitas umumnya bersifat multifaktorial. Pertama faktor biologis meliputi genetik, metabolik dan hormonal. Kedua, faktor perilaku meliputi pola makan dan gaya hidup seperti kurangnya aktivitas fisik. Ketiga, faktor lingkungan yang terdiri dari urbanisasi dan lingkungan obesogenic termasuk akses terhadap makanan menjadi peran penting sebagai penyebab obesitas.

1) *Faktor Biologis* : Faktor genetik memiliki kontribusi bagaimana individu beresiko mengalami obesitas karena adanya mutase genetik spesifik yang dapat mempengaruhi hormon leptin atau gen pro-opiomelanocortin penyebab obesitas dengan mempengaruhi pengaturan nafsu makan dan keseimbangan energi didalam tubuh (Rajeev & Wilding, 2016). Selain itu, gen spesifik terkait dengan peningkatan penyimpanan lemak dan regulasi metabolisme juga berkontribusi terhadap terjadinya obesitas. Gangguan metabolik dapat mempengaruhi penyimpanan energi didalam tubuh. Energi yang berlebih akan disimpan menjadi lemak dan dapat berkontribusi terhadap obesitas. Gangguan pada system metabolisme tubuh dapat juga dipengaruhi oleh hipotalamus dalam menjaga keseimbangan energi. Apabila metabolisme terganggu, maka pengaturan keseimbangan energi juga terganggu yang menyebabkan kelebihan energi di dalam tubuh disimpan sebagai lemak. Selain itu, obesitas juga dapat dipengaruhi oleh regulasi hormon didalam tubuh. Kondisi simpanan lemak yang berlebih dapat memicu gangguan pada hormon sebagai pusat kendali nafsu makan, metabolisme, dan penyimpanan lemak (Hidayat et al., 2024). Hormon-hormon tersebut diantaranya adalah leptin, ghrelin, insulin, kortisol, dan adipokin yang bekerja melalui mekanisme

pada hipotalamus hingga jaringan adiposa. Leptin dihasilkan oleh sel adiposit untuk memberikan sinyal kenyang ke hipotalamus dengan menekan nafsu makan. Namun, simpanan lemak yang berlebih dalam tubuh memicu terjadinya resistensi leptin. Tingginya kadar leptin menyebabkan desensitisasi pada reseptor di arkuat nucleus hipotalamus membuat sinyal kenyang tidak terdeteksi dan nafsu makan menjadi meningkat. Akibatnya, simpanan lemak menjadi lebih banyak dan risiko mengalami obesitas menjadi lebih tinggi. Berikut ini peran dari hormon-hormon yang berkaitan dengan nafsu makan dan penyimpanan lemak :

Tabel 10.1 Hormon Penyebab Obesitas

Hormon	Fungsi	Peran sebagai penyebab obesitas
Leptin	Menekan nafsu makan	Tumpukan lemak menjadi penyebab terjadinya resistensi leptin. Akibatnya, akan tetap merasa lapar karena sinyal dalam menekan nafsu makan tidak terdeteksi.
Ghrelin	Merangsang rasa lapar	Pada kondisi obesitas, kadarnya tetap tinggi dan semakin memicu rasa lapar. Akibatnya, asupan makan semakin banyak dan simpanan lemak semakin tinggi.
Kortisol	Hormon stress	Meningkatkan nafsu makan dan penyimpanan lemak visceral
Insulin	Mengatur glukosa darah	Peneyrapan glukosa dalam tubuh oleh sel-sel menjadi energi dibantu oleh insulin. Energi yang berlebih di

Hormon	Fungsi	Peran sebagai penyebab obesitas
S u m b e r .		dalam tubuh akan disimpan menjadi lemak. Kondisi tersebut dapat menyebabkan simpanan lemak di dalam tubuh menjadi meningkat. Akibatnya, peluang untuk obesitas pun menjadi tinggi
B l u h e r	Meningkatkan sensitivitas insulin	Tumpukan lemak di dalam tubuh menyebabkan kadarnya menjadi lebih rendah dan berakibat pada resistensi insulin.

- 2) *Faktor Perilaku* : Pola makan dan gaya hidup kurang aktivitas menjadi faktor berikutnya yang berkontribusi sebagai penyebab obesitas. Pada tahun 2025, Pola makan tinggi gula, lemak, dan energi masuk kedalam pola makan modern yang memiliki kecenderungan kepada konsumsi makanan *ultra-processed*. Perkembangan teknologi, kemudahan akses, ketersediaan makanan, dan kesibukan akibat pekerjaan terutama di populasi perkotaan turut menyumbang perilaku konsumsi makanan cepat saji, minuman bergula, makanan gurih, dan makanan beku siap santap. Hal tersebut secara tidak langsung membentuk habit dan menjadi gaya hidup. Kajian Sakir et al., 2024 di Jakarta menunjukkan partisipan yang memiliki konsumsi tertinggi pada kategori sereal, UPF, gula, lemak dan minyak cenderung menunjukkan status gizi obesitas. Selain itu ditemukan hubungan yang signifikan antara kelebihan berat badan dan obesitas dengan konsumsi sereal, UPF dan gula yang tinggi. Kajian tersebut juga menunjukkan hasil, partisipan dengan konsumsi sayur, buah,

dan kacang-kacangan dalam kategori cukup memiliki status gizi normal dan cenderung tidak mengalami penyakit tidak menular seperti tekanan darah tinggi dan diabetes melitus tipe 2. Obesitas dapat berkaitan dengan masalah metabolik dan komorbiditas seperti penyakit kardiovaskular dan diabetes melitus. Secara fisiologis, konsumsi gula dan lemak yang berlebihan dapat memicu peningkatan asupan energi total. Gula dapat melepaskan glukosa ataupun fruktosa yang berdampak pada lonjakan insulin dan kondisi resistensi insulin jangka panjang yang dapat mempercepat akumulasi lemak visceral. Akibatnya, simpanan lemak visceral pun didalam tubuh menjadi tinggi. Kombinasi pola makan tinggi gula dan lemak, konsumsi ultra-processed food, dan rendahnya asupan serat membentuk pola konsumsi energi yang tinggi yang berdampak pada kejadian obesitas dan penyakit metabolic kronis.

- Bagaimana asupan makan berlebih dapat berkaitan dengan obesitas?

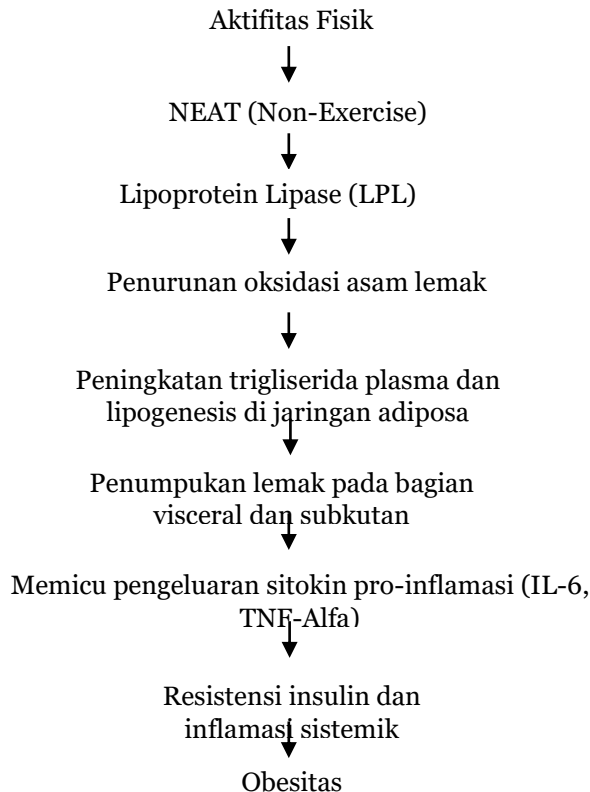
Obesitas terjadi bila asupan energi dari makanan seperti karbohidrat, lemak, dan protein melebihi dari kebutuhan. Asupan makanan tinggi energi, tinggi lemak, dan tinggi gula memicu terjadinya obesitas melalui mekanisme metabolik yang kompleks. Sebuah kajian menunjukkan bahwa asupan tinggi energi yang berasal dari lemak dan gula dapat memicu stress pada retikulum endoplasma. Asupan lemak dan karbohidrat sederhana yang tinggi dapat meningkatkan pembentukan lipid didalam hepatosit dan adiposit. Hal tersebut dapat meningkatkan tekanan pada retikulum endoplasma untuk merespon enzim lipogenic dan protein transport lipid. Akhirnya, terjadi ketidakseimbangan redoks di retikulum endoplasma. peningkatan stress oksidatif dapat

memicu peradangan dan meningkatkan proliferasi serta diferensiasi adiposa, yang berdampak pada peningkatan ukuran dan jumlah dari sel lemak. Stress oksidatif juga dapat mengganggu fungsi normal dari jaringan adiposa yang berperan dalam pengaturan metabolisme energi dan simpanan lemak. Hal ini dapat menyebabkan penumpukan lemak berlebih dan resistensi insulin sebagai penyebab terjadinya obesitas (Manna & Jain, 2015).

- Bagaimana aktivitas fisik dapat berkaitan dengan obesitas?

Selain pola makan, aktivitas fisik memiliki peran dalam manajemen pengaturan berat badan dan kesehatan secara menyeluruh termasuk penyakit tidak menular. Aktivitas fisik rendah mengacu pada rendahnya durasi atau intensitas aktivitas harian, duduk lebih dari 8 jam/hari atau tidak mencapai 150 menit aktivitas fisik dalam intensitas sedang/minggu, pekerjaan kantoran/online dengan banyak duduk, dan kurangnya transportasi aktif seperti berjalan kaki atau bersepeda. Studi Meta-analisis yang dilakukan pada tahun 2022 dengan melibatkan 111.851 individu dewasa dengan obesitas, ditemukan adanya hubungan antara perilaku sedentary dan aktivitas fisik rendah dengan kejadian obesitas. Individu dengan perilaku sedentary yang tinggi beresiko 1,45 kali mengalami obesitas dan individu dengan aktivitas fisik rendah beresiko 1,52 kali mengalami obesitas. Penyebab dari kurangnya aktivitas yaitu karena perilaku duduk lama yang dapat menyebabkan penurunan NEAT (Non-Exercise Activity Thermogenesis) sehingga pengeluaran energi menurun dan memicu penimbunan lemak (Silveira et al., 2022). NEAT adalah total energi yang dikeluarkan dari

aktivitas fisik selain olahraga formal seperti berjalan kaki, berdiri, angkat beban ringan, dan mengetik). Berikut ini mekanisme NEAT terhadap obesitas disajikan dalam Gambar 10.2.



Gambar 10.2 Mekanisme NEAT dan Obesitas

Banyak faktor yang menyebabkan aktivitas fisik rendah. Lingkungan obesogenic, kemajuan teknologi, akses berkontribusi cukup besar terhadap aktifitas fisik pada remaja hingga dewasa. Berikut ini beberapa rangkuman yang memuat informasi penting tentang pengaruh kemajuan teknologi dan kemudahan akses terhadap penurunan aktivitas fisik :

Tabel 10.2 Pengaruh Kemajuan Teknologi dan Kemudahan Akses Terhadap Penurunan Aktivitas Fisik

Penelitian	Judul	Hasil
Meyer et al. (2022)	"Digital Technology Overuse and Physical Inactivity" J MIR	Hasil meta-analisis menunjukkan adanya korelasi yang signifikan antara screen-time lebih dari 6 jam sehari dengan penurunan aktivitas fisik.
Aggarwal et al. (2024)	Association between increased screen time, sedentary behaviour, and insomnia among Indian adults: A cross-sectional nationwide online survey	Hasil menunjukkan penggunaan komputer, tablet, smartphone, televisi lebih dari 2 jam sehari berhubungan signifikan dengan penurunan aktivitas fisik dan insomisia.
Biddle, S.J.H., et al. (2022)	Sedentary Behaviors in the Digital Age: A Meta-Analytic Review of Smartphone Use and Physical Inactivity	Penggunaan smartphone secara signifikan berkaitan dengan penurunan aktivitas fisik dan peningkatan perilaku sedentary.

Penelitian	Judul	Hasil
(McKane & Hess, 2023)	The Impact Of Ridesourcing On Equity And Sustainability In North American Cities: A Systematic Review Of The Literature	Penggunaan aplikasi transportasi online menunjukkan perubahan pada transportasi publik dan aktivitas berjalan kaki, terutama pada kota besar sehingga berdampak pada penurunan aktivitas fisik harian secara signifikan
Wilmot et al. (2024)	"Digital Workspaces Impact" Occupational Medicine	Pekerja yang menggunakan platform kolaborasi digital menunjukkan penurunan sebesar 31% dalam melakukan aktivitas fisik.

Berdasarkan tabel 10.2 Kemajuan teknologi dan kemudahan akses berkontribusi pada aktivitas fisik rendah. Bentuk kemajuan teknologi saat ini dapat dilihat pada semakin canggihnya penggunaan smartphone dan ketersediaan perangkat digital serta penggunaan internet, menyebabkan peningkatan durasi screen-time yang berdampak pada penurunan aktivitas sehari-hari. Media social, game, film, dan streaming, dapat meningkatkan waktu duduk rata-rata 4-6 jam/hari diluar kerja dan mengurangi kesempatan untuk melakukan aktivitas fisik (Boone et al., 2007). Hal tersebut dapat disimpulkan sebagai efek domino dari canggihnya teknologi. Kemudahan akses membuat sebagian besar orang menjadi malas berjalan kaki dan memilih menggunakan

transportasi online. Metode pekerjaan yang semakin modern seperti WFH (Work from home), WFA (Work from anywhere) membuat pekerja duduk lama, tidak ada aktivitas berjalan kaki ke kantor ataupun naik tangga, karena digantikan dengan zoom meeting atau adanya lift sehingga berdampak pada pembakaran kalori dan penurunan NEAT.

3) Faktor Lingkungan

Menurut Massod & Moorthy (2023), Lingkungan obesogenik menggambarkan kondisi fisik, sosial, dan ekonomi yang mendorong konsumsi energi secara berlebih, menghambat aktivitas fisik dan memicu pola hidup tidak sehat. Terdapat 4 (empat) karakteristik lingkungan obesogenic yang berdampak pada peningkatan risiko obesitas. Pertama, akses yang mudah dalam mendapatkan makanan seperti tersedianya restoran fast food, minimarket, coffee shop, dan layanan pesan antar makanan. Kedua, desain wilayah perkotaan yang tidak mendukung seperti tidak tersedianya taman, trotoar, dan jalur sepeda. Ketiga, Paparan iklan makanan dan minuman yang tidak sehat. Keempat, urbanisasi yang tidak terencana dapat meningkatkan ketergantungan pada kendaraan bermotor seperti penggunaan transportasi online. Studi yang dilakukan di 14 negara menunjukkan hasil bahwa lingkungan perkotaan dengan kepadatan tinggi tetapi akses rekreasi rendah, tidak adanya taman dapat meningkatkan risiko obesitas 1,4 kali lipat (Sallis et al., 2023). Desain perkotaan tidak ramah dengan pejalan kaki, tidak tersedianya trotoar, taman, atau jalur sepeda dapat mengurangi aktivitas fisik harian. Selain itu, paparan polutan dari polusi udara di perkotaan dapat mempengaruhi metabolisme lemak dan glukosa melalui inflamasi sistemik (Kim et al., 2025).

c. Penanganan dan Pencegahan Obesitas

Penanganan dan pencegahan obesitas memerlukan pendekatan yang komprehensif. Berdasarkan Panduan WHO (2023) dan penelitian-penelitian mutakhir, terdapat beberapa strategi efektif dalam penanganan dan pencegahan obesitas, antara lain:

1) Intervensi individu

Terapi Gizi : Pengaturan asupan makan dengan menerapkan diet rendah energi dan tinggi serat dapat mengurangi berat badan 5-10% dalam 6 bulan. Pembatasan gula, natrium, dan lemak juga direkomendasikan dalam diet sehari. Hal yang perlu diperhatikan dalam penurunan berat badan adalah keseimbangan energi negative. Berdasarkan Penuntun diet dan terapi gizi (2025) , pengurangan energi sebesar 500-1000 kalori/hari selama 1 minggu dapat menurunkan berat badan 0,5-1 kg. Penurunan berat badan tidak bergantung pada sepenuhnya pada komposisi zat gizi makro didalam makanan, tetapi pembatasan energi yang menjadi kunci dalam program penurunan berat badan. Kebutuhan zat gizi makro untuk obesitas yakni protein 0,8-1,2 gram/kgBB/hari atau 72-80 gram/hari, Lemak diberikan sebesar 20-30% dari total energi dengan memperhatikan lemak jenuh maksimal 8% dari total energi lemak, Karbohidrat sebesar 50-60% dari energi total, dan serat 20-35 gram/hari. Pemberian tinggi serat didalam perencanaan makanan dapat meningkatkan rasa kenyang dan mengurangi rasa lapar. Akibatnya asupan energi menjadi lebih rendah. Menurut Truong et al., (2016), Asupan serat, terutama serat larut air seperti pektin dapat mengikat asam empedu sehingga mengurangi penyerapan lemak makanan hingga 5-10%. Selain itu, serat dapat membantu menghambat kerja enzim lipase pancreas dengan bantuan selulosa dan kurkumin sehingga trigliserida tidak terurai sempurna dan

dapat dikeluarkan melalui feses. *Aktivitas Fisik*: Menentukan frekuensi dan jenis latihan diperlukan dalam manajemen obesitas. Latihan aerobik (150 menit/minggu) dikombinasikan dengan resistensi (2x/minggu) dapat meningkatkan komposisi tubuh dan sensitivitas insulin (Piercy et al., 2023). Berdasarkan pedoman WHO (2023) dan American College of Sports Medicine (ACSM, 2022), aktivitas fisik untuk pencegahan obesitas yakni dengan frekuensi 3-5 hari/minggu, durasi 30-60 menit/hari. Jenis aktivitas antara lain kombinasi dari aerobik (jalan cepat, lari, bersepeda, berenang, senam) dan resistensi (angkat beban, *bodyweight training*, resistance band). Sedangkan untuk penanganan obesitas, frekuensi aktivitas fisik 5-7 hari/minggu dengan durasi 45-60 menit/hari atau ≥ 250 menit/minggu untuk penurunan berat badan yang signifikan. Jenis aktivitas yang dapat dilakukan meliputi kombinasi dari aerobik (utamanya berjalan kaki), resistensi, dan fleksibilitas. Aerobik, Resistensi, dan fleksibilitas memiliki mekanisme masing-masing dalam program penurunan berat badan. Sebagai contoh, latihan aerobik memiliki mekanisme dalam meningkatkan oksidasi lemak melalui aktivasi AMPK (meningkatkan ketersediaan asam lemak melalui lipolysis) dan PPAR-Alpha (meningkatkan kapasitas oksidasi di mitokondria sehingga lemak bisa dipecah untuk menghasilkan energi). Sedangkan resistensi memiliki peran dalam peningkatan massa otot dan resting metabolic rate (RMR).

2) Intervensi lingkungan

Modifikasi lingkungan *obesogenic* dapat dilakukan dengan kerja sama multi sektoral. Pertama, kebijakan pangan dengan menerapkan pajak pada makanan ataupun minuman manis, menyertakan label khusus pada kemasan pangan yang

menandakan bahwa produk tersebut tinggi gula/garam, dan membatasi iklan makanan/minuman yang tidak sehat di TV ataupun di media digital. Kedua, pemerintah dapat merancang kota sehat dengan membangun infrastruktur bagi pejalan kaki dan sepeda. Menurut Sallis et. al (2024), studi yang dilakukan di Kopenhagen menunjukkan adanya peningkatan aktivitas fisik 25% setelah dibuatkan jalur sepeda dan pejalan kaki. Selain itu, pemerintah juga dapat membuat taman public secara gratis dengan fasilitas olahraga yang mudah di gunakan oleh masyarakat. Ketiga, Promosi kesehatan oleh tenaga kesehatan dengan melibatkan media publikasi sehingga informasi tentang gizi dan kesehatan dapat diakses masyarakat dengan mudah.

2. Tekanan Darah Tinggi

a. Pengertian dan klasifikasi tekanan darah

Tekanan darah tinggi dapat disebut juga dengan hipertensi. Menurut Kemenkes RI (2019), hipertensi adalah kondisi tekanan darah systolic sama dengan atau lebih dari 140 mmHg dan/atau tekanan diastolic lebih atau sama dengan 90 mmHg. Hipertensi ditentukan oleh peningkatan tekanan darah yang persisten. Berikut ini klasifikasi tekanan darah berdasarkan sistolik dan diastolik pada tabel 10.3

Tabel 10. 3 Klasifikasi Tekanan Darah

Kategori Tekanan Darah	Sistolik (mmHg)	Diastolik (mmHg)
Normal	<120	<80
Pre-hipertensi	120-139	80-89
Hipertensi Derajat 1	140-159	90-99
Hipertensi Derajat 2	>= 160	>=100

Sumber : Kementerian Kesehatan RI, Pedoman Pencegahan dan Penanggulangan Hipertensi, 2019

JNC 8 Tahun 2014 menambahkan, kondisi usia <60 tahun tahun memiliki target tekanan darah normal yakni <140/90 mmHg. Sedangkan pada usia >= 60

tahun memiliki target tekanan darah normal yakni <150/90 mmHg. Sebagai contoh, Tn. A usia 60 tahun memiliki tekanan darah 140/90 mmHg. Hasilnya, tekanan darah Tn. A masih dikatakan normal karena berada dalam rentang target <150/90 mmHg. Selanjutnya, Individu dengan kondisi diabetes melitus dan penyakit gagal ginjal kronik memiliki target tekanan darah <140/90 mmHg.

- b. Faktor risiko dan penyebab tekanan darah tinggi
- American Heart Association (AHA), 2024 menyebutkan terdapat 2 faktor risiko hipertensi yang terdiri dari faktor yang di modifikasi dan tidak dapat dimodifikasi. Faktor yang dapat dimodifikasi terdiri dari status gizi lebih/obesitas, asupan garam berlebih (>5 gram/hari), stress, aktivitas fisik rendah, dan rokok. Pola makan tinggi garam dan lemak menjadi kontribusi utama dalam peningkatan tekanan darah. Diet tinggi garam yang berasal dari makanan kemasan atau ultra-processed food juga dapat meningkatkan tekanan darah melalui retensi cairan, peningkatan volume darah, dan aktivasi system renin-angiotensin. Faktor yang tidak dapat dimodifikasi terdiri dari usia, dan genetic/riwayat keluarga. Berikut ini diskripsi faktor resiko dan mekanisme tekanan darah tinggi disajikan pada tabel 11.4

Tabel 10.4 Faktor Risiko dan Mekanisme Tekanan Darah Tinggi

Faktor Risiko	Mekanisme
Status gizi lebih/obesitas	Pada kondisi obesitas terjadi resistensi leptin dan menyebabkan hiperaktivasi pada system saraf simpatis. Akibatnya terjadi vasokonstriksi dan peningkatan denyut jantung. Vasokonstriksi mengurangi diameter pembuluh darah sehingga jantung harus bekerja lebih keras untuk memompa darah melalui pembuluh darah yang menyempit sehingga tekanan darah menjadi meningkat (Hall et al., 2021).

Faktor Risiko	Mekanisme
Asupan garam berlebih	Asupan garam berlebih dapat meningkatkan osmolaritas plasma darah dan merangsang osmoreseptor di hipotalamus. Selanjutnya, hipotalamus akan mensekresikan hormon antidiuretic (ADH) dan aldosterone untuk meningkatkan reabsorpsi air ditubulus ginjal. Akibatnya, volume darah meningkat, curah jantung meningkat, dan tekanan darah menjadi naik (Armanini et al., 2018)
Asupan lemak berlebih	Asupan lemak yang berlebih menyebabkan akumulasi diacylglycerol (DAG) dan ceramide di otot dan hati yang dapat menghambat dalam memberikan sinyal insulin. Akibatnya terjadi hyperinsulinemia yang dapat meningkatkan reabsorpsi natrium di ginjal (DeMarco et al., 2023).
Stress	Aldosteron merupakan hormon steroid yang memberikan respon stress oksidatif dan inflamasi. Stress dapat memicu peningkatan kortisol dan meningkatkan ekspresi ENaC (Epithelial sodium channel) di ginjal. Akibatnya, terjadi retensi natrium dan air, volume darah meningkat, pompa jantung lebih keras, sehingga meningkatkan tekanan darah (Funder, 2024)
Aktivitas fisik rendah	Aktivitas fisik yang rendah dapat menyebabkan akumulasi lemak visceral dan resistensi insulin. Akibatnya, system renin-angiotensin-aldosteron (RAAS) menjadi aktif dan retensi natrium dan air menjadi meningkat, volumen darah meningkat, dan tekanan darah menjadi lebih tinggi (da Silva et.al, 2020)
Rokok	Rokok dapat meningkatkan aktivitas ACE (Angiotensin Converting Enzyme) yang mengarah pada kenaikan kadar

Faktor Risiko	Mekanisme
K	angiotensin II. Akibatnya, terjadi vasokonstriksi pembuluh darah dan retensi natrium, tekanan darah menjadi meningkat.
Usia	Penebalan dan kekakuan pada pembuluh darah arteri seiring bertambahnya usia dapat menurunkan elastisitas pembuluh darah dan menyebabkan peningkatan tekanan darah.
Genetik dan riwayat keluarga	Genetic dapat mempengaruhi tekanan darah melalui regulasi RAAS, transport ion ginjal, respon adrenergic, dan modifikasi epigenetic. Metilasi DNA pada promotor gen ACE dan AGTR1 menyebabkan perubahan epigentik yang dapat mewariskan hingga 3 generasi untuk memiliki tekanan darah tinggi dikemudian hari.

jika terus menerus dibiarkan dapat mempengaruhi tekanan pada pembuluh darah arteri dan meningkatkan komplikasi seperti serangan jantung, stroke, dan gagal ginjal. Pemeriksaan tekanan darah secara rutin dan pengobatan yang tepat sangat penting dilakukan untuk mengelola tekanan darah secara lebih efektif dan mengurangi resiko komplikasi jangka panjang (Mrowka, 2020).

c. Peran Gizi dan Tekanan darah tinggi

Modifikasi gaya hidup untuk menurunkan tekanan darah adalah dengan mengurangi berat badan untuk individu dengan obesitas, menerapkan pola makan DASH (Dietary Approach to Stop Hypertension), diet rendah natrium, dan meningkatkan aktivitas fisik. DASH diet merupakan pengaturan makan dengan memperhatikan asupan sumber serat dan antioksidan yang berasal dari buah, sayur, dan biji-bijian. DASH merekomendasikan konsumsi sayuran dan buah sebanyak 4-5 porsi, biji-bijian 6-8 porsi, susu rendah

lemak 2-3 porsi, pembatasan natrium <2300 mg/hari, dan lemak jenuh <6% dari total energi sehari. Mekanisme DASH dalam menurunkan tekanan darah melalui peningkatan asupan kalium, kalsium, magnesium, dan serat yang berperan dalam relaksasi pembuluh darah arteri sekaligus dapat mengurangi respon inflamasi dan stress oksidatif (Saneei et al., 2024). Konsumsi kalium 4700 mg/hari dapat menurunkan rasio Na-K dengan penurunan tekanan darah. Pemenuhan asupan kalsium sesuai angka kecukupan gizi dapat menurunkan tekanan darah sistolik hingga 4 mmHg dan diastolic hingga 2 mmHg. Asupan magnesium yang sesuai kebutuhan harian juga memiliki peran dalam menurunkan tekanan darah 1,0-5,6 mmHg. Rekomendasi asupan serat larut air sebanyak 30 gram/hari dipercaya dapat membantu menurunkan tekanan darah dan mengurangi komplikasi kardiovaskular hingga 20% (Penuntun Diet Dan Terapi Gizi, 2025).

3. Diabetes Melitus Tipe

a. Pengertian dan Diagnosa Diabetes Melitus

Diabetes melitus (DM) merupakan kelainan metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia dan diklasifikasikan menjadi 2 (dua) kategori yaitu diabetes melitus tipe 1 dan diabetes melitus tipe 2. DM Tipe 1 terjadi akibat defisiensi insulin secara absolut, artinya tubuh benar-benar tidak bisa menghasilkan insulin. Sedangkan, DM Tipe 2 disebabkan resistensi insulin oleh karena terganggunya produksi hormon insulin (Minari et al., 2023). Pada kondisi DMT 2, sel beta pankreas tidak mampu mempertahankan produksi insulin secara normal dan hanya bisa menghasilkan insulin dalam jumlah yang sedikit. Selain DMT 2, resistensi insulin juga berdampak pada kondisi sindrom metabolik. Hiperglikemia dapat menyebabkan gangguan pada fungsi metabolisme zat gizi makro seperti karbohidrat,

protein, dan lemak. Berikut ini klasifikasi Diabetes melitus disajikan dalam tabel 10.5.

Tabel 10.5 Klasifikasi Diabetes Melitus

Klasifikasi	Penyebab	Produksi Insulin
DM Tipe 1	Kerusakan sel beta pankreas yang disebabkan oleh autoimun, infeksi virus, dan genetik	Defisiensi insulin secara absolut. Produksi insulin minimal bahkan sama sekali tidak dapat menghasilkan insulin
DM Tipe 2	Resistensi insulin	Sel beta pankreas masih bisa memproduksi insulin, namun tidak efektif dan semakin lama jumlahnya dapat menurun.
DM Gestasional	Perubahan hormon kehamilan (hPL, Progesteron, Estrogen, dan kortisol)	Sel beta pankreas masih bisa menghasilkan insulin, namun terjadi penurunan sensitivitas terhadap insulin

Menurut American Diabetes Association (2024), WHO (2023), dan PERKENI (2021), penegakkan diagnosa DM harus memenuhi minimal satu dari tiga kriteria berikut ini (Tabel 10.6) :

Tabel 10.6 Perbandingan Parameter Pemeriksaan Diabetes melitus

Parameter	ADA (2024)	WHO (2023)	PERKENI (2021)
Gula Darah Puasa (GDP)	≥126 mg/dl	≥126 mg/dl	≥126 mg/dl
Gula Darah Sewaktu (GDS)	≥200 mg/dl disertai gejala	≥200 mg/dl disertai gejala	≥200 mg/dl disertai gejala
HbA1c	≥6,5 mg/dl	≥6,5 mg/dl	≥6,5 mg/dl

Pemeriksaan gula darah puasa (GDP) diukur setelah berpuasa 8-12 jam. Puasa minimal 8 jam sebagai penguat bahwa kadar glukosa sudah benar-benar kembali ke baseline setelah semua proses pencernaan makanan selesai. Bansal (2023) menyebutkan bahwa individu sehat dengan fungsi insulin normal, membutuhkan waktu 3-5 jam untuk glukosa darah kembali ke baseline. Sedangkan pada individu dengan kondisi resistensi insulin, butuh waktu lebih lama hingga 6 jam untuk glukosa darah kembali ke baseline. Sebuah penelitian menyebutkan, makanan tinggi lemak memperpanjang waktu penyerapan hingga 7 jam, makanan tinggi protein dapat memperlambat pengosongan lambung hingga 6 jam. Puasa 8 jam menjamin konsistensi hasil yang sesuai untuk setiap variasi individu dan sistem penyerapan zat gizi yang optimal. Puasa lebih dari 12 jam tidak disarankan karena dapat memberikan nilai gula darah palsu sebagai akibat dari tubuh memecah simpanan glikogen hati melalui proses glukoneogenesis.

b. Peran Gizi dan Diabetes melitus

Pengelolaan gizi secara tepat memiliki peran penting dalam mengendalikan glukosa darah, terutama pada individu dengan diabetes melitus. Pola makan dan aktivitas fisik merupakan dua komponen penting dalam pengelolaan gizi yang harus diterapkan secara bersamaan dalam kehidupan sehari-hari. Keduanya tidak dapat dipisahkan atau diprioritaskan salah satunya, karena masing-masing memiliki kontribusi yang signifikan terhadap penanganan kadar glukosa darah. Aktivitas fisik dan pola makan yang baik berdampak pada peningkatan sensitivitas insulin, dimana sel-sel tubuh akan lebih sensitif terhadap insulin dan akan lebih mudah dalam menyerap glukosa darah. Namun sebaliknya, tubuh tidak bisa menyerap glukosa jika sel-sel tubuh tidak sensitif terhadap insulin yang akan berdampak pada kenaikan glukosa darah.

- *Bagaimana rekomendasi pengaturan pola makan atau diet bagi diabetes melitus?*

Pengelolaan DM dapat diupayakan melalui pola makan atau diet pada diabetes melitus untuk kontrol glukosa darah, mencegah komplikasi, dan mempertahankan berat badan ideal. Berikut ini anjuran pemenuhan kebutuhan zat gizi makro (Tabel 10.7)

Tabel 10.7 Pemenuhan Kebutuhan Zat Gizi pada Diabetes melitus

Komponen Zat Gizi	Rekomendasi Pemenuhan Zat Gizi
Energi	25-30 kkal/kgBBI
Karbohidrat	45-60% *direkomendasikan pemilihan jenis karbohidrat kompleks dan Indeks Glikemiks ≤ 55
Protein	15-20% *protein diberikan cukup jika tidak ada gangguan pada ginjal *pemberian protein rendah diperlukan jika ada gangguan pada ginjal
Lemak	25-30% (lemak jenuh $<7\%$, lemak tidak jenuh $<10\%$)
Serat	≥ 25 gram/hari
Natrium	<2300 mg/hari (non-hipertensi) <1500 mg/hari (disertai hipertensi)

Sumber: Perkeni, 2021

Selain memperhatikan jumlah pemenuhan kebutuhan zat gizi, jadwal dan jenis pemilihan bahan makanan juga penting untuk diabetes melitus. Pembagian waktu makan terdiri dari 3x makan utama dan 2x makan selingan atau camilan jika diperlukan untuk menghindari terjadinya hipoglikemia (kadar glukosa darah rendah). Pemilihan jenis bahan makanan difokuskan pada jenis dari karbohidrat kompleks daripada karbohidrat sederhana. Karbohidrat kompleks memiliki IG rendah (<55) dan serat tinggi, yang membuat karbohidrat tersebut dicerna lebih

lambat oleh tubuh. Serat memiliki peran dengan memperlambat penyerapan glukosa di usus dan meningkatkan sensitivitas insulin, sehingga glukosa darah lebih terkontrol. Sebaliknya, karbohidrat sederhana memiliki IG yang lebih tinggi yang menyebabkan glukosa darah lebih mudah diserap dan memicu stimulasi insulin yang berlebihan, sehingga berdampak pada lonjakan glukosa darah dengan cepat. Terdapat pilihan bahan makanan yang mengandung karbohidrat kompleks yang direkomendasikan untuk diet diabetes melitus adalah berasal dari biji-bijian utuh (beras merah, oats), umbi-umbian (ubi jalar), dan kacang-kacangan (kacang merah, edamame). Sedangkan, kelompok bahan makanan karbohidrat sederhana yang perlu dibatasi/dihindari antara lain gula tambahan, produk tepung halus (roti putih, nasi putih, mie instan), dan makanan olahan (kue, biskuit, makan ataupun minuman kemasan)

- *Bagaimana rekomendasi aktivitas fisik bagi individu dengan diabetes melitus?*

Studi meta-analisis menunjukkan hasil bahwa latihan aerobik dan kombinasi aerobik-resistensi pada orang dewasa dengan durasi 150-300 menit per minggu atau ≥ 3 kali/minggu, efektif dalam menurunkan HbA1c, berat badan, dan lingkar pinggang, serta meningkatkan kualitas hidup diabetisi (Qiu et al., 2024). Sedangkan, untuk lanjut usia dapat melakukan aktifitas fisik dengan frekuensi ringan hingga sedang selama 5 hari/minggu dengan minimal 30 menit atau olahraga dengan intensitas tinggi minimal 20 menit selama 3 hari/minggu. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) didalam Pedoman Aktivitas fisik dan *Sedentary Lifestyle* dan ADA (2020) menganjurkan aktivitas untuk orang dewasa dengan waktu 150-300 menit per minggu untuk aktivitas aerobik intensitas sedang dan 75-150 menit per minggu

untuk aktivitas aerobik intensitas kuat (Bull et al., 2020) . Berikut ini rekomendasi aktivitas fisik untuk pengelolaan Glukosa Darah pada Diabetes melitus (Tabel 10.8)

Tabel 10.8 Rekomendasi Aktivitas Fisik untuk Pengelolaan Glukosa Darah pada Diabetes melitus

Usia	Jenis Latihan	Bentuk Aktivitas	Frekuensi	Durasi
Dewasa	Aerobik intensitas sedang	Jalan cepat, renang, bersepeda	≥5 hari/minggu atau ≥150 menit/minggu	≥30 menit/hari
	Latihan kekuatan otot	Resistance training	2-3 hari/minggu	20-30 menit/hari
Lanjut usia	Aerobik intensitas ringan-sedang	Jalan santai atau cepat, bersepeda, berenang, dan senam ringan	≥150 menit/minggu	20-30 menit/hari
	Latihan kekuatan otot tubuh bagian bawah dan atas	Push-up, angkat dumbbell ringan keatas kepala, bicep curl, tricep extension, dan rowing	≥2 hari/minggu	1-2 set
	Latihan keseimbangan	Berdiri satu kaki, yoga, berdiri berjinjit, mengangkat kaki ke samping saat berdiri	≥3 hari/minggu	10-15 menit/sesi

Sumber : WHO dan ADA, 2020

D. Program Pengendalian PTM di Indonesia

Salah satu metode untuk manajemen PTM adalah fokus untuk mengurangi faktor risiko yang berkaitan dengan PTM. Pemerintah dan pemangku kebijakan memiliki peran besar memberikan alternatif solusi melalui menentukan kebijakan dan menetapkan prioritas dalam mengendalikan perkembangan PTM. Bentuk intervensi yang memiliki peran besar terhadap perubahan, salah satunya dengan upaya layanan kesehatan primer untuk menunjang deteksi dini penyakit tidak menular sehingga pengobatan tepat waktu dapat tercapai. Bukti menunjukkan bahwa bentuk intervensi tersebut merupakan investasi ekonomi yang sangat menguntungkan karena jika diberikan sejak dini kepada pasien, dapat mengurangi kebutuhan akan pengobatan yang lebih mahal.

Manajemen PTM yang tepat dapat meningkatkan peluang Indonesia mencapai sasaran SDGs yang berkaitan dengan PTM. Dalam rangka mengurangi dampak PTM pada individu dan masyarakat, dibutuhkan pendekatan secara holistik yang mewajibkan seluruh sektor maupun pemangku kepentingan untuk berperan aktif seperti Kesehatan, keuangan, pertanian, Pendidikan, Pangan, dan lainnya agar dapat bekerja sama dalam mengurangi risiko terjadinya PTM. Program PTM sudah dilaksanakan melalui berbagai upaya promotive, preventif, deteksi dini, pengobatan, dan rehabilitative. Upaya tersebut harus diperkuat melalui kerja sama lintas sector dan juga lintas program dalam setiap program pemerintah. Manajemen program mulai dari perencanaan hingga evaluasi perlu dilakukan. Menurut George R. Terry, fungsi manajemen terdiri dari 4 (empat) diantaranya planning (perencanaan), organizing (pengorganisasian), actuating (pelaksanaan), dan controlling (pengawasan) (Mulyono, 2008).

Proses perencanaan dimulai dari identifikasi masalah, penentuan tujuan, penentuan prioritas masalah hingga pedoman pelaksanaan harus berdasarkan data dan informasi yang valid. Data yang dapat digunakan pemerintah dapat berasal laporan kegiatan, surveilans, dan

survey/penelitian. Penetapan prioritas masalah dapat sesuai dengan prevalensi masalah, keparahan penyakit, dan tren penyakit. Dengan demikian, program yang dibuat nantinya tepat sasaran sesuai dengan permasalahan dan penanganan menjadi optimal. Angka harapan hidup menjadi lebih tinggi, masyarakat tetap sehat dan produkti di usia lanjut.

Hasil kajian Wahidin et al., 2023 menunjukkan hasil bahwa peningkatan promosi kesehatan melalui edukasi, sinkronisasi dan integrasi program, prioritas masalah fokus pada pengendalian faktor risiko, dan penertiban iklan yang menyesatkan dapat memperkuat program pencegahan PTM. Berbagai negara sudah menerapkan program pengendalian PTM. Sebagai contoh, Amerika latin menerapkan 4 startegi dalam pengendalian PTM diantaranya adanya kebijakan dan advokasi yang jelas, surveilans, promosi kesehatan dan pencegahan, serta manajemen PTM yang terintegrasi dengan faktor risikonya. Strategi tersebut dilaksanakan dengan melibatkan banyak sumber daya, komunikasi efektif, pelatihan jaringan dan kemitraan. Bentuk kemitraan berupa kerja sama antara pemerintah dengan masyarakat, lembaga sosial, universitas sebagai landasan dalam evaluasi program kedepannya.

Daftar Pustaka

- Aggarwal, D., Das, A., Krishna, S. T. R., Hyndavi, S., Palepu, S., & Kumar, S. (2024). Association between increased screen time, sedentary behavior, and insomnia among Indian adults: A cross-sectional nationwide online survey. *Journal of family medicine and primary care*, 13(7), 2761–2766. https://doi.org/10.4103/jfmipc.jfmipc_1915_23
- American College of Sports Medicine. (2022). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed.). Wolters Kluwer.
- American Heart Association. (2024). *Dietary fats and cardiovascular health*. *Circulation*, 149(1), e10–e25. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001183>
- American Diabetes Association. (2020). 2. *Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2020*. *Diabetes Care*, 43(Supplement 1), S14–S31. <https://doi.org/10.2337/dc20-S002>
- American Diabetes Association (ADA). (2022). *Diabetes Care*, 45(1), 168–187. <https://doi.org/10.2337/dci22-0001>
- American Heart Association. (2024). *Hypertension risk factors and management*. *Circulation*, 149(1), e10–e25. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001183>
- Armanini, D., Bordin, L., Donà, G., Andrisani, A., Ambrosini, G., & Sabbadin, C. (2018). Relationship between water and salt intake, osmolality, vasopressin, and aldosterone in the regulation of blood pressure. *Journal of Clinical Hypertension*, 20(10), 1455–1457. <https://doi.org/10.1111/JCH.13379>
- Biddle, S. J. H., García Bengoechea, E., & Wiesner, G. (2022). Sedentary behaviors in the digital age: A meta-analytic review of smartphone use and physical inactivity. *Preventive Medicine*, *154*, 106861. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2021.106861>
- Boone, J. E., Gordon-Larsen, P., Adair, L. S., & Popkin, B. M. (2007). Screen time and physical activity during

- adolescence: Longitudinal effects on obesity in young adulthood. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4, 1–10.
<https://doi.org/10.1186/1479-5868-4-26>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., Dipietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Bluher, M. (2019). Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(5), 288–298.
 DOI: 10.1038/s41574-019-0176-8
- Da Silva, A. A., do Carmo, J. M., Li, X., Wang, Z., Mouton, A. J., & Hall, J. E. (2020). Role of Hyperinsulinemia and Insulin Resistance in Hypertension: Metabolic Syndrome Revisited. *The Canadian journal of cardiology*, 36(5), 671–682. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.02.066>
- DeFronzo, R. A. (2009). *From the triumvirate to the ominous octet: a new paradigm for the treatment of type 2 diabetes mellitus*. *Diabetes*, 58(4), 773–795.
<https://doi.org/10.2337/db09-9028>
- Friedman, J. M., & Halaas, J. L. (2014). Leptin and the regulation of body weight. *The New England Journal of Medicine*, 341(13), 913–920.
 DOI: 10.1056/NEJM199909233411307
- Funder, J. W. (2024). *Cortisol and renal sodium handling*. *Endocrine Reviews*, 45(2), 189–203. <https://doi.org/10.1210/endrev/bnad032>
- Hall, John E.. (2021). *Guyton and Hall textbook of medical physiology*, 14th international edition, (14). Philadelphia: Elsevier.

- Hidayat, D. R., Laudira, F. R., Pitaloka, A. D., Saputro, F. F. R., & Arifah, intia W. (2024). The Interplay Between Genetic, Environmental, and Microbiome Factors in the Development of Obesity: A Comprehensive Literature Review. *International Journal of Scientific Advances*, 5(5). <https://doi.org/10.51542/ijscia.v5i5.11>
- James, P. A., Oparil, S., Carter, B. L., Cushman, W. C., Dennison-Himmelfarb, C., Handler, J., ... & Ortiz, E. (2014). *2014 evidence-based guideline for the management of high blood pressure in adults: report from the panel members appointed to the Eighth Joint National Committee (JNC 8)*. *JAMA*, 311(5), 507–520. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.284427>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). *Pedoman pencegahan dan penanggulangan hipertensi*. Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tidak Menular. <https://p2ptm.kemkes.go.id>
- Kementerian Kesehatan RI. (2021). *Laporan Nasional Riskesdas 2018*. Jakarta: Kemenkes.
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). *Profil Kesehatan Indonesia 2022*. Jakarta: Kemenkes.
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). *Survey Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 Dalam Angka*. Kementrian Kesehatan Badan Kebijakan Pembangunan KESEHATAN. Jakarta: Kemenkes.
- Kim, H. J., Hwang, J., & Park, J. H. (2025). Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Metabolic Syndrome and Its Components. *Journal of obesity & metabolic syndrome*, 34(2), 91–104. <https://doi.org/10.7570/jomes24036>
- Manna, P., & Jain, S. K. (2015). Obesity, Oxidative Stress, Adipose Tissue Dysfunction, and the Associated Health Risks: Causes and Therapeutic Strategies. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 13(10), 423–444. <https://doi.org/10.1089/met.2015.0095>

- Masood, B., & Moorthy, M. (2023). Causes of obesity: a review. *Clinical Medicine*, 23(4), 284–291. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2023-0168>
- McKane, R. G., & Hess, D. (2023). The impact of ridesourcing on equity and sustainability in North American cities: A systematic review of the literature. *Cities*, 133(December 2022), 104122. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.104122>
- Meyer, J., McDowell, C., Lansing, J., Brower, C., Smith, L., Tully, M., & Herring, M. (2022). Digital technology overuse and physical inactivity: A meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, *24*(3), e31576. <https://doi.org/10.2196/31576>
- Minari, T. P., Tácito, L. H. B., Yugar, L. B. T., Ferreira-Melo, S. E., Manzano, C. F., Pires, A. C., Moreno, H., Vilela-Martin, J. F., Cosenso-Martin, L. N., & Yugar-Toledo, J. C. (2023). Nutritional Strategies for the Management of Type 2 Diabetes Mellitus: A Narrative Review. *Nutrients*, 15(24), 1–27. <https://doi.org/10.3390/nu15245096>
- Mrowka, R. (2020). Recent advances in blood pressure research. *Acta Physiologica*, 228(1). <https://doi.org/10.1111/APHA.13412>
- Perkumpulan Endokrinologi Indonesia. (2021). *Pedoman pengelolaan dan pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 dewasa di Indonesia* (7th rev. ed.). PB PERKENI. Diakses 26 Juli 2025 ; <https://pbperkeni.or.id/wp-content/uploads/2021/11/22-10-21-Website-Pedoman-Pengelolaan-dan-Pencegahan-DMT2-Ebook.pdf>
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George, S. M., & Olson, R. D. (2023). The physical activity guidelines for Americans, 2nd edition: What's new and implications for clinicians and the public. *Journal of the American Medical Association*, 329(21), 1850–1852. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.8396>
- PERSAGI., & AsDi. (2025). *Penuntun Diet dan Terapi Gizi edisi 5*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

- Qiu, B., Zhou, Y., Tao, X., Hou, X., Du, L., Lv, Y., & Yu, L. (2024). The effect of exercise on flow-mediated dilation in people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Endocrinology*, 15, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1347399>
- Rajeev, S. P., & Wilding, J. P. H. (2016). *Etiopathogenesis of Obesity* (pp. 13–20). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04343-2_2
- Sallis, J. F., et al. (2024). *Built environment interventions for obesity prevention. Nature Medicine*, 30(2), 345–357. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02758-x>
- Sakir, N. A. I., Hwang, S. Bin, Park, H. J., & Lee, B. H. (2024). Associations between food consumption/dietary habits and the risks of obesity, type 2 diabetes, and hypertension: a cross-sectional study in Jakarta, Indonesia. *Nutrition Research and Practice*, 18(1), 132–148. <https://doi.org/10.4162/nrp.2024.18.1.132>
- Silveira, E. A., Mendonça, C. R., Delpino, F. M., Elias Souza, G. V., Pereira de Souza Rosa, L., de Oliveira, C., & Noll, M. (2022). Sedentary behavior, physical inactivity, abdominal obesity and obesity in adults and older adults: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*, 50, 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.06.001>
- Truong, N.-H., Lee, S., & Shim, S.-M. (2016). Screening bioactive components affecting the capacity of bile acid binding and pancreatic lipase inhibitory activity. *Applied Biological Chemistry*, 59(3), 475–479. <https://doi.org/10.1007/S13765-016-0184-5>
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 227, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5360)
- Wahidin, M., Agustiya, R. I., & Putro, G. (2023). Beban Penyakit dan Program Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tidak Menular di Indonesia. *Jurnal Epidemiologi*

- Wilmot, E. G., Edwardson, C. L., Biddle, S. J. H., Davies, M. J., Khunti, K., & Yates, T. (2024). Digital workspaces and physical activity: The Office 2.0 study. *Occupational Medicine*, 74(1), 45-52. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqad123>
- Wittert, G. A. (2023). *Obesity and Metabolic Syndrome*. 275–297. <https://doi.org/10.1002/9781119833475.ch18>
- WHO. (2021). *Obesity and Overweight*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2023). *Guidelines on physical activity, sedentary behaviour, and obesity*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240014886>
- WHO. (2024). The Global Health Observatory: Physical activity, insufficient, among adults aged 18+ years, prevalence (age-standardized estimate). Diakses pada 17 Juli 2025, [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/prevalence-of-insufficient-physical-activity-among-adults-aged-18-years-\(age-standardized-estimate\)-\(-\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/prevalence-of-insufficient-physical-activity-among-adults-aged-18-years-(age-standardized-estimate)-(-))
- World Health Organization. (2023). *Global status report on noncommunicable diseases 2023*. Geneva: WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564859>
- World Health Organization. (2023). *Tackling obesogenic environments: Policy toolkit*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516967>
- World Health Organization. (2024). Noncommunicable diseases country profiles 2024 (online) diakses dari <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- World Obesity Federation. (2023). *World Obesity Atlas 2023*.

World Obesity Federation.
<https://www.worldobesity.org/resources/resource-library/world-obesity-atlas-2023>. Diakses 26 Juli 2025.

BAB 11

Keamanan Pangan & Gizi

A. Riestanti, S.Pd., M.P.H

A. Konsep Dasar Keamanan Pangan

Pangan merupakan salah satu kebutuhan dasar bagi manusia. Pangan berperan sebagai pendukung pertumbuhan, perkembangan dan kesehatan manusia. Tanpa adanya pangan, kesehatan tubuh manusia tidak dapat tercapai. Ada berbagai kriteria pangan yang harus dipenuhi untuk mengoptimalkan kesehatan tubuh, salah satunya dari aspek gizi. Supaya asupan gizi optimal dan dapat menyokong kesehatan tubuh maka diperlukan pangan yang beraneka ragam. Pemenuhan kebutuhan ini dapat diperoleh dari makanan segar atau olahan yang telah diproses, baik secara pribadi maupun skala industri. Oleh sebab itu, untuk memastikan kualitas makanan yang diterima dapat mendukung pengoptimalan kebutuhan gizi maka diperlukan pengetahuan dan praktik keamanan pangan yang baik.

Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan, keamanan pangan sangat diperhatikan dan menjadi hal yang mendasar dalam meningkatkan dan menjaga kesehatan serta kesejahteraan masyarakat. Organisasi kesehatan dunia atau *World Health Organization* (WHO) dan organisasi pangan dan pertanian dunia atau *Food and Agriculture Organization* (FAO) menekankan pentingnya keamanan pangan untuk mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs) tahun 2030. SDGs yang disahkan pada tahun 2015 oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), pada tujuan kedua dan ketiga menyebutkan bahwa pada tahun 2030 ditargetkan seluruh anggota PBB “tanpa kelaparan” (*zero hunger*) dan memiliki “kehidupan

sehat dan sejahtera” (good health and well-being). Untuk mewujudkan kedua hal tersebut, keamanan pangan dan pemenuhan gizi haruslah tercapai sehingga kehidupan yang sehat dan kesejahteraan seluruh lapisan masyarakat pada semua jenjang usia terpenuhi.

Di Indonesia sendiri, kasus keracunan makanan masih banyak dijumpai. Menurut data dari Pusat Analisis Kebijakan Obat dan Makanan - BPOM, pada tahun 2024 dilaporkan sebanyak 1.164 kasus keracunan makanan. Tren jumlah kasus tahun 2018-2024 cenderung menurun walaupun ada peningkatan pada tahun 2022. Oleh sebab itu, perlu pemahaman yang baik mengenai prinsip keamanan pangan dan gizi untuk menurunkan bahkan menghilangkan jumlah kasus keracunan makanan. Hal ini diperlukan supaya konsumen dapat membuat pilihan makanan yang tepat dan sebagai industri pangan dapat menjamin hak-hak konsumen memperoleh makanan yang aman dan bergizi.

Menurut Undang-Undang No.18 Tahun 2012, keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan dan membahayakan kesehatan manusia serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya masyarakat sehingga aman untuk dikonsumsi.

WHO mencetuskan 5 Kunci Keamanan Pangan, yaitu:

1. Jagalah kebersihan

Kebersihan adalah bagian yang mendasar dari praktik keamanan pangan. Kebersihan ini termasuk kebersihan tangan, peralatan pangan dan lingkungan dari hama.

2. Pisahkan pangan mentah dari pangan matang

Perlunya melakukan pemisahan makanan mentah dari makanan yang telah dimasak. Hal ini penting dilakukan untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang. Makanan mentah seperti telur, ikan dan daging sering mengandung mikroorganisme berbahaya sehingga

diperlukan perhatian lebih untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang.

3. Masaklah dengan benar

Proses memasak makanan harus memperhatikan suhu yang tepat. Makanan yang diproses pada suhu yang tepat dapat membunuh mikroorganisme berbahaya sehingga dapat meminimalisir penyakit bawaan makanan.

4. Jagalah pangan pada suhu aman

Pengaturan suhu penyimpanan pada bahan pangan dan makanan yang telah matang dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme berbahaya.

5. Gunakan air dan bahan baku yang aman

Air dan bahan baku adalah komponen yang mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme dan zat kimia berbahaya. Pemakaian bahan baku atau air yang berkualitas buruk dapat mengakibatkan makanan terkontaminasi (WHO, 2006).

B. Masalah dalam Keamanan Pangan

Masalah dalam keamanan pangan adalah berbagai keadaan yang membuat makanan tidak layak untuk dikonsumsi. Sedikitnya terdapat 4 masalah dalam keamanan pangan yaitu kontaminasi, keracunan, pembusukan dan pemalsuan makanan.

1. Kontaminasi Makanan

Kontaminasi makanan merupakan masuknya bahaya pada makanan sehingga merubah fungsi dari makanan tersebut. Makanan yang terkontaminasi tidak layak dikonsumsi manusia bahkan dapat menyebabkan bahaya untuk kesehatan tubuh. Kontaminasi dalam makanan dapat dikategorikan menjadi fisik, biologis, kimia, alergen dan radioaktif.

a. Fisik

Kontaminasi fisik adalah kontaminasi yang disebabkan oleh adanya benda asing dalam makanan. Apabila benda asing ikut tertelan maka yang dapat menyebabkan cedera. Kontaminan fisik dapat dilihat

secara jelas oleh mata tanpa menggunakan alat bantu. Contoh yang sering ditemukan dalam makanan yaitu rambut, kerikil, tanah, plastik, lidi, steples, serpihan kaca. Bahaya fisik ini juga dapat berasal dari makanan itu sendiri seperti tulang ikan, serpihan tulang ayam yang tajam, serpihan kulit kepiting.

b. Biologis

Merujuk pada kontaminasi makanan oleh organisme atau zat yang mereka hasilkan. Bahaya biologis ini dapat disebabkan oleh manusia, serangga, hewan pengerat dan mikroorganisme. Makanan yang sudah terkontaminasi secara biologis dapat membawa penyakit bawaan makanan. Sumber kontaminasi biologis yaitu virus, bakteri, parasit dan jamur.

c. Kimia

Kontaminasi Kimia adalah pencemaran makanan akibat masuknya zat kimia, secara alami ataupun buatan, sehingga makanan tidak layak untuk dikonsumsi karena dapat menimbulkan keracunan makanan. Contoh kontaminasi kimia yaitu residu pestisida, residu logam berat dalam peralatan atau kemasan makanan, bahan tambahan pangan yang tidak sesuai atau bahan pengawet makanan yang disalahgunakan

1) Kontaminasi Alami

Kontaminasi kimia yang terjadi secara alami akibat dari bahan yang mengandung senyawa kimia alami yang dapat membahayakan kesehatan apabila tidak diolah dengan benar. Misalnya senyawa sianida pada singkong.

2) Kontaminasi Buatan

Masuknya zat kimia bukan karena senyawa alami yang terkandung dalam pangan tersebut dan biasanya masuk karena aktivitas manusia. Misalnya penggunaan pestisida pada sayur-sayuran dan penggunaan bahan tambahan

makanan untuk menyempurnakan rasa, tekstur atau warna pada makanan.

d. Alergen

Beberapa orang mempunyai sensitivitas terhadap makanan tertentu. Bahan pangan yang sering menyebabkan alergi adalah susu, kacang, *seafood*.

e. Kontaminasi Radioaktif

Kontaminasi radioaktif terjadi karena adanya zat radioaktif yang terkandung dalam bahan pangan. Kontaminasi dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia karena dapat merusak sel tubuh dan meningkatkan risiko kanker. Contoh kontaminasi radioaktif yaitu tanaman yang menyerap unsur dari tanah atau air yang mengandung zat radioaktif dan tanaman tersebut dikonsumsi oleh manusia.

Makanan yang terkontaminasi dapat terjadi melalui

3 cara, yaitu:

a. Kontaminasi Langsung

Kontaminasi langsung adalah kontaminasi yang masuk secara langsung ke dalam makanan karena penjamah makanan yang tidak tahu atau lalai, secara sengaja ataupun tidak sengaja. Misalnya rambut penjamah makanan yang masuk ke dalam sayur saat proses pemasakan karena penjamah makanan tidak memakai tutup kepala saat memasak.

b. Kontaminasi Tidak Langsung

Kontaminasi tidak langsung sering disebut juga kontaminasi silang. Hal ini juga dapat terjadi karena ketidaktahuan atau kelalaian, baik secara sengaja ataupun tidak sengaja. Misalnya menggunakan talenan yang sama untuk makanan yang mentah dan matang pada saat yang hampir bersamaan dengan talenan yang tidak dicuci bersih dahulu.

c. Kontaminasi Ulang

Yaitu makanan yang telah dimasak sempurna mengalami kontaminasi kembali setelah proses pemasakan. Misalnya makanan yang telah matang

tidak ditutup dengan benar sehingga lalat hinggap diatasnya.

2. Keracunan Makanan

Keracunan makanan adalah penyakit yang terjadi akibat menyantap makanan yang mengandung racun. Racun berasal dari makanan yang terkontaminasi. Menurut Amaliyah (2017), secara spesifik keracunan makanan dapat diartikan sebagai keadaan yang menimbulkan gangguan *Gastro Intestinal* (GI) yang mendadak, dalam waktu 2 - 40 jam setelah makan dengan menimbulkan gejala muntah berak, dapat bertahan 1 - 2 hari ajtau 7 hari atau lebih. Keracunan makanan ini dapat disebabkan karena racun asli yang berasal dari tumbuhan atau hewan itu sendiri dan racun yang ada di dalam makanan akibat pencemaran atau kontaminasi.

Sutomo dan Anggraini (2010) berpendapat bahwa keracunan makanan timbul akibat mengonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi bakteri, seperti *Salmonella*, *E. coli*, *Listeria*, dan *Campylobacter*. Gejalanya hampir sama dengan diare. Namun pada keracunan, gejala muncul lebih cepat 2 - 48 jam setelah makan. Gejala keracunan yaitu mual dan muntah lebih dari 3 hari, sering buang air besar, kram perut, demam, kehilangan nafsu makan, dan tubuh lemas.

3. Pembusukan Makanan

Pembusukan makanan menjadi salah satu masalah dalam keamanan pangan. Makanan yang telah rusak atau basi tidak bisa disantap karena berbahaya bagi kesehatan (menimbulkan keracunan makanan). Makanan adalah sesuatu yang cepat rusak atau basi apabila tidak ditangani dengan benar. Makanan yang membusuk mengalami perubahan fisik (warna, tekstur, adanya jamur), bau (bau tidak sedap, amis) dan rasa (asam,pahit). Pembusukan pada makanan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- a. Suhu yang tidak sesuai
Makanan perlu disimpan pada suhu yang tepat. Mikroba dapat tumbuh dengan cepat di suhu ruangan 25-35° C. Suhu penyimpanan makanan yang efektif adalah $\leq 4^{\circ}\text{C}$ untuk *chiller* (makanan disimpan dingin) dan $\leq -18^{\circ}\text{C}$ untuk *freezer* (makanan disimpan beku mempunyai masa simpan yang lebih lama). Makanan matang yang masih panas juga tidak boleh langsung ditutup dalam wadah tertutup tanpa sirkulasi udara karena dapat mempercepat proses pembusukan.
- b. Paparan udara
Makanan yang tidak ditutup atau dikemas dengan baik akan mudah basi akibat pertumbuhan mikroorganisme aerob dan rusak akibat reaksi oksidasi.
- c. Kelembaban udara
Kelembaban udara yang tinggi memberikan lingkungan ideal untuk perkembangbiakan dan pertumbuhan mikroorganisme.
- d. Pancaran sinar matahari
Lemak, protein dan vitamin dalam makanan mudah rusak apabila terkena pancaran sinar matahari langsung. Proses ini disebut fotodegradasi.
- e. Sanitasi lingkungan & higiene personal
Peralatan masak dan penyimpanan makanan serta lingkungan yang tidak tersanitasi dengan baik dapat mempercepat kontaminasi masakan sehingga makanan menjadi mudah basi. Praktik higiene personal yang buruk juga dapat menyebabkan makanan cepat membusuk.
- f. Kadar gula dan protein
Makanan yang memiliki protein dan gula yang tinggi sangat disukai oleh mikroorganisme.
- g. Enzim alami dalam makanan
Enzim dalam buah, sayur tetap aktif setelah panen. Begitu juga dengan enzim dalam daging yang telah disembelih masih aktif sehingga daging harus ditangani dengan benar.

4. Pemalsuan Makanan

Seiring perkembangan teknologi dan peningkatan permintaan terhadap produk pangan yang tinggi, kasus pemalsuan terhadap makanan sering terjadi. Pemalsuan makanan sering terjadi secara disengaja untuk mendapat keuntungan ekonomi yang tinggi. Pemalsuan makanan tidak hanya menurunkan kualitas makanan itu sendiri tetapi juga bersifat toksik atau alergenik sehingga dapat memicu masalah kesehatan seperti kanker, penyakit hati, gagal jantung, penyakit ginjal dan gangguan sistem saraf (Anagaw et al., 2024).

C. Kebijakan dan Regulasi tentang Keamanan Pangan

Kebijakan dan regulasi keamanan makanan merupakan hal yang penting dalam menjamin mutu dan keamanan makanan. Regulasi terkait keamanan pangan di Indonesia yaitu:

1. Undang-Undang No. 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen
2. Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan
3. Undang-Undang No. 33 Tahun 2014 tentang Jaminan Produk Halal
4. Undang-Undang No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja
5. Peraturan Pemerintah No. 69 Tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan
6. Peraturan Pemerintah No. 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan
7. Peraturan Pemerintah No. 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko

Selain regulasi diatas, ada juga yang biasa digunakan sebagai rujukan perizinan usaha pangan olahan yang diterbitkan oleh BPOM, Bapanas, Kementerian Kesehatan dan Kementerian Pertanian.

Di tingkat internasional, standar dan kebijakan keamanan pangan internasional yang menjadi acuan bagi banyak negara diantaranya dikembangkan oleh organisasi:

1. Codex Alimentarius Commission (CAC)
CAC didirikan oleh FAO dan WHO, mengembangkan pedomanan untuk :
 - a. Higiene pangan
 - b. Bahan tambahan pangan
 - c. Cemaran
 - d. Labeling pangan
 - e. Sistem analisis bahaya dan titik kendali kritis (HACCP)
2. International Organization for Standardization (ISO)
Mengembangkan ISO 22000 *Food Safety Management Systems* dan FSSC 22000 *Food Safety System Certification* 22000.

D. Pangan Aman dan Gizi Optimal

Kebutuhan akan makanan adalah hak dasar bagi setiap individu. Makanan diperlukan untuk menunjang kehidupannya. Oleh sebab itu, akses terhadap pangan yang memadai merupakan kebutuhan masyarakat yang wajib dipenuhi. Hal ini bukan sekedar sebagai kewajiban kemanusiaan tetapi juga sebagai fondasi untuk mewujudkan masyarakat yang berkeadilan sosial, stabil dan sejahtera.

Akan tetapi, ketersediaan pangan saja tidaklah cukup, kualitas pangan juga perlu dipenuhi. Manusia membutuhkan pangan yang aman bebas dari berbagai masalah keamanan pangan. Pangan yang telah terkontaminasi, apabila di konsumsi, dapat menyebabkan keracunan yang menyebabkan penyakit bawaan makanan seperti mual, muntah, pusing, diare dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Oleh sebab itu, pangan yang aman diperlukan untuk melindungi kesehatan masyarakat.

Wabah penyakit bawaan makanan dapat menimbulkan beban ekonomi dan sosial. Kerugian akibat wabah penyakit bawaan makanan dapat dialami oleh individu, perusahaan maupun negara. Bagi individu yang terkena penyakit bawaan makanan dapat mengganggu produktivitas kerja karena tidak bisa melaksanakan pekerjaan dengan baik. Begitu pula dengan perusahaan

yang menderita akibat wabah penyakit bawaan makanan akan menderita kerugian karena harus menghentikan kegiatan operasionalnya. Bagi negara, wabah penyakit bawaan makanan membawa kerugian karena harus menanggung biaya perawatan kesehatan. Selain biaya perawatan kesehatan, dampak wabah penyakit bawaan makanan dapat merusak citra negara sebagai tempat tujuan wisata yang aman dan sehat. Keamanan pangan yang terjamin dapat membangun kepercayaan masyarakat sehingga meningkatkan daya saing produk pangan di tingkat nasional maupun internasional.

Tidak hanya sampai disitu, manusia juga membutuhkan makanan yang bergizi untuk menunjang fungsi tubuh yang optimal, tumbuh kembang serta imunitas tubuh. Pangan yang aman dibutuhkan supaya gizi dalam makanan dapat diabsorpsi oleh tubuh dengan maksimal. Berbagai penelitian menyebutkan bahwa dengan mengonsumsi pangan yang aman dan bergizi dapat meningkatkan kesehatan dan berdampak langsung pada produktivitas kerja maupun belajar. Oleh sebab itu, keamanan pangan dan gizi optimal adalah dua hal yang tidak bisa dipisahkan untuk menunjang kehidupan manusia.

E. Tantangan Dan Isu Keamanan Pangan Masa Kini

Beberapa tantangan dan isu keamanan pangan masa kini yaitu:

1. Perubahan iklim

Perubahan iklim membawa pengaruh buruk untuk manusia, tanaman, hewan dan lingkungan. Hal ini berpotensi juga memperburuk frekuensi ataupun tingkat keparahan penyakit bawaan makanan tertentu. Perubahan iklim juga dapat memunculkan bahaya baru yang belum pernah diketahui.

2. Antibiotik

Antibiotik dalam produksi pangan dibutuhkan untuk menjaga Kesehatan hewan ternak. Namun hal ini juga membawa dampak buruk terkait keberadaan residu antibiotik. Jika residu ini melampaui ambang batas

aman yang ditetapkan, maka akan membahayakan kesehatan masyarakat.

3. Resistensi antimikroba

Penggunaan antibiotik yang berlebihan dapat meningkatkan mikroorganisme patogen yang resisten terhadap antimikroba. Selain bakteri yang menunjukkan resisten terhadap antibiotik, jamur juga memperoleh resistensi terhadap obat anti jamur.

4. Logam berat

Penanganan limbah industri yang buruk mencemari tanah dan air laut. Konsumsi sumber pangan dari laut yang tercemar logam berat secara berkesinambungan dapat mengakibatkan kerusakan ginjal dan hati (Duchenne-Moutien & Neetoo, 2021).

5. Mikroplastik

Dari tahun ke tahun, produksi plastik dunia mengalami peningkatan. Berbagai produk pangan banyak menggunakan kemasan pangan dari bahan plastik padahal dalam plastik tersebut terkandung partikel mikroplastik yang berbahaya bagi kesehatan. Konsumsi partikel plastik tersebut merusak sistem tubuh manusia dan mengganggu proses metabolisme normal (Jadhav et al., 2021).

Daftar Pustaka

- BPOM. (2025, 9 Januari). Analisis Data Kasus Keracunan Obat dan Makanan Tahun 2024. Diakses pada 17 Juni 2025, dari <https://pusakom.pom.go.id/riset-kajian/detail/analisis-data-kasus-keracunan-obat-dan-makanan-tahun-2024>
- Amaliyah, Nurul. (2017). *Penyehatan Makanan dan Minuman*. Deepublish.
- Anagaw, Y. K., Ayenew, W., Limenh, L. W., Geremew, D. T., Worku, M. C., Tessema, T. A., Simegn, W., & Mitku, M. L. (2024). *Food adulteration: Causes, risks, and detection techniques* — review. <https://doi.org/10.1177/20503121241250184>
- Budi Sutomo, S.Pd, D. D. yanti A. (2010). *Menu Sehat Alami untuk Batita & Balita*. DeMedia.
- Duchenne-Moutien, R. A., & Neetoo, H. (2021). Climate change and emerging food safety issues: A review. *Journal of Food Protection*, 84(11), 1884–1897. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-141>
- Jadhav, E. B., Sankhla, M. S., Bhat, R. A., & Bhagat, D. S. (2021). Microplastics from food packaging: An overview of human consumption, health threats, and alternative solutions. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*, 16(October), 100608. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100608>
- Nurul Amaliyah. (2017). *Penyehatan Makanan dan Minuman*. Deepublish.
- Sekretariat Negara. (2012). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan. Lembaran Negara RI Tahun 2012 Nomor 227, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5360. *Sekretariat Negara*, 184, 1–27.
- WHO. (2006). Five Keys to Safer Food Manual. *Five Keys to Safer Food Manual*, 1–30. http://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys.pdf

BAB 12

Tren & Inovasi dalam Ilmu Gizi

Kharisma Nurul Fazrianti Rusman, M.K.M

A. Tren dalam Ilmu Gizi

1. Personalisasi Diet (*Personalized Nutrition*)

Personalisasi diet merupakan pendekatan modern dalam ilmu gizi yang menyesuaikan rekomendasi gizi berdasarkan kondisi spesifik individu, seperti riwayat kesehatan, profil genetik, metabolisme, preferensi makanan, hingga kondisi psikososial. (Singar et al., 2024) Konsep ini berkembang seiring dengan kesadaran bahwa diet konvensional belum tentu efektif bagi semua orang. Misalnya, dua individu yang menjalani diet rendah karbohidrat bisa mengalami hasil yang berbeda tergantung sensitivitas insulin atau komposisi mikrobiota usus mereka. Berbagai perusahaan kini menawarkan tes DNA untuk mengetahui risiko genetik terhadap obesitas, diabetes, intoleransi laktosa, dan sensitivitas gluten. Pendekatan ini dapat memperkuat efektivitas intervensi gizi klinis, meningkatkan kepatuhan diet, dan memberikan hasil kesehatan yang lebih optimal (Alfiana et al., 2023).

2. Pola Makan Berbasis Nabati (*Plant-Based Diet*)

Tren konsumsi makanan berbasis nabati meningkat tajam dalam beberapa dekade terakhir. Diet nabati tidak hanya mencakup veganisme dan vegetarianisme, tetapi juga diet fleksitarian yang tetap mengonsumsi produk hewani dalam jumlah terbatas. Riset menunjukkan bahwa pola makan nabati berkaitan dengan penurunan risiko penyakit kronis seperti penyakit jantung koroner, hipertensi, diabetes tipe 2, dan kanker kolorektal (Biomedika & Kesehatan, 2023).

Faktor pendorong utama tren ini meliputi isu lingkungan (jejak karbon rendah), kesejahteraan hewan, dan peningkatan kesadaran terhadap pola makan sehat. Industri pangan merespons dengan mengembangkan produk alternatif daging, susu nabati, dan camilan tinggi serat dari tanaman.

3. Meningkatnya Konsumsi Makanan Fungsional

Makanan fungsional adalah makanan yang tidak hanya memberikan nilai gizi dasar tetapi juga memiliki manfaat tambahan terhadap kesehatan, seperti meningkatkan imunitas, menurunkan kolesterol, atau mencegah inflamasi. Contohnya adalah yogurt dengan probiotik, minuman dengan tambahan kolagen, atau teh hijau dengan antioksidan tinggi. Konsumen kini lebih memilih produk yang “berfungsi” dalam mendukung gaya hidup sehat. Tren ini juga berkaitan erat dengan penuaan sehat (*healthy aging*), meningkatnya angka harapan hidup, serta kesadaran terhadap pencegahan penyakit (Bahan et al., 2023).

4. Ketertarikan Pada Clean Label Dan Real Food

Clean label adalah tren di mana konsumen hanya ingin mengonsumsi produk makanan yang terdiri dari bahan alami, tanpa tambahan kimia sintetis, pewarna buatan, atau pengawet. Label yang ringkas, mudah dipahami, dan transparan menjadi daya tarik tersendiri. Selain itu, muncul juga gerakan “real food”, yaitu konsumsi makanan dalam bentuk paling alami atau minim proses. Misalnya, mengganti makanan olahan tinggi gula dan garam dengan bahan segar seperti sayur, buah, biji-bijian, dan protein utuh (Segovia-Villarreal & Rosa-Díaz, 2022).

5. Mindful Eating Dan Gizi Berbasis Perilaku

Tren ini mengacu pada praktik makan dengan kesadaran penuh mengamati rasa lapar, kenyang, dan kondisi emosi saat makan. Pendekatan ini membantu individu untuk memperbaiki hubungan dengan makanan, mencegah makan berlebihan, dan menurunkan berat badan secara sehat. Mindful eating juga dipadukan dengan teori perilaku dalam gizi seperti *cognitive*

behavioral therapy (CBT), pendekatan motivational interviewing, serta penguatan self-efficacy dalam manajemen pola makan jangka panjang (Nurbaya, 2024).

6. Gizi Digital Dan Teknologi Wearable

Penggunaan aplikasi digital dan wearable device dalam monitoring gizi mengalami peningkatan. Aplikasi diet membantu mencatat asupan harian, menghitung kalori, menyusun meal plan, dan memberikan umpan balik berbasis data. Smartwatch dan fitness tracker juga kini dilengkapi dengan sensor detak jantung, penghitung langkah, dan estimasi kalori terbakar. Tren ini membuka jalan ke pendekatan gizi berbasis data (data-driven nutrition), terutama dalam konteks urban yang menuntut efisiensi dan kenyamanan (Hidayani & Santosa, 2024).

7. Ketahanan Pangan Lokal Dan Keberlanjutan

Masyarakat kini menyadari bahwa pola makan juga berdampak pada sistem pangan global dan lingkungan. Tren sustainable nutrition menekankan pentingnya pangan lokal, musiman, dan rendah emisi karbon. Konsumen mulai mengurangi konsumsi daging merah, menghindari limbah makanan (food waste), dan mendukung produk lokal. Kampanye seperti “Dari Ladang ke Meja” (farm to table) semakin populer, menghubungkan konsumen langsung ke produsen pangan lokal serta menumbuhkan kesadaran tentang pentingnya keberlanjutan dalam setiap pilihan konsumsi (Suryana, 2024).

B. Inovasi dalam Ilmu Gizi

1. Nutrigenomik dan Nutrigenetik

Nutrigenomik adalah ilmu yang mempelajari bagaimana zat gizi memengaruhi ekspresi gen, sedangkan nutrigenetik mempelajari bagaimana variasi genetik individu memengaruhi respons tubuh terhadap makanan. Inovasi ini memungkinkan pengembangan diet berbasis profil genetik untuk pencegahan dan pengelolaan penyakit kronis, seperti obesitas, diabetes, dan penyakit kardiovaskular (Yulianti et al., 2024).

Contohnya, seseorang dengan varian gen tertentu cenderung memiliki risiko obesitas lebih tinggi jika mengonsumsi makanan tinggi lemak. Melalui tes genetik, intervensi diet dapat dirancang secara spesifik untuk menyesuaikan kebutuhan tersebut. Di masa depan, pendekatan ini akan menjadi bagian penting dari pelayanan gizi klinik dan kebijakan pencegahan berbasis individu.

2. Biofortifikasi Tanaman

Biofortifikasi adalah teknik untuk meningkatkan kandungan zat gizi dalam tanaman pangan melalui pemuliaan konvensional atau rekayasa genetika. Tujuannya adalah untuk mengatasi kekurangan zat gizi mikro (hidden hunger) di masyarakat, terutama di wilayah dengan akses terbatas terhadap makanan bergizi. Contoh paling terkenal adalah Golden Rice, padi yang dimodifikasi secara genetik untuk menghasilkan beta-karoten sebagai prekursor vitamin A. Inovasi lain meliputi jagung tinggi zat besi, ubi jalar ungu kaya antioksidan, dan gandum yang diperkaya zinc. Inovasi ini mendukung intervensi gizi berbasis populasi dengan efisiensi jangka panjang (Indrasari & Kristamtini, 2018).

3. Aplikasi Digital Gizi Berbasis AI Dan Machine Learning

Kemajuan teknologi digital melahirkan aplikasi gizi cerdas yang mampu menganalisis data makanan, pola konsumsi, dan status kesehatan pengguna secara real-time. Aplikasi ini menggunakan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) untuk memberikan rekomendasi diet, menghitung kebutuhan energi, serta menyusun meal plan personal. Contohnya MyFitnessPal untuk pelacakan asupan kalori dan makronutrien. Kemudian ada HealthifyMe, yang dilengkapi asisten AI untuk konsultasi gizi. Inovasi ini sangat potensial untuk diterapkan dalam edukasi dan konseling gizi berbasis komunitas maupun klinik. (Ryan Putra Laksana, 2024)

4. Tele-Nutrition Dan Konseling Gizi Online

Inovasi ini mengintegrasikan teknologi komunikasi dalam layanan gizi. Tele-nutrition memungkinkan konsultasi gizi dilakukan melalui platform daring, baik

dalam bentuk teks, video call, atau aplikasi khusus. Manfaat utama diantaranya, memperluas jangkauan layanan gizi ke wilayah terpencil, menghemat waktu dan biaya kunjungan serta meningkatkan keterlibatan pasien melalui reminder, edukasi mandiri, dan monitoring jarak jauh. Dalam masa pandemi dan pasca-pandemi, model ini terbukti efektif dan efisien, serta membuka peluang bagi edukasi gizi berbasis komunitas dengan cakupan luas (Ambar Wati & Masayu Dian Khairani, 2024).

C. Refleksi Tren dan Inovasi dalam Ilmu Gizi Masa Kini dan Masa Depan

Perkembangan ilmu gizi dewasa ini menunjukkan dinamika yang sangat cepat, kompleks, dan multidisipliner. Tren dan inovasi yang muncul tidak hanya dipengaruhi oleh kemajuan teknologi, tetapi juga oleh perubahan perilaku masyarakat, tantangan kesehatan global, serta tuntutan akan sistem pangan yang lebih adil dan berkelanjutan. Gizi bukan lagi sekadar urusan konsumsi zat gizi makro dan mikro, melainkan telah menjadi bagian integral dari pendekatan pencegahan penyakit, pemeliharaan kesehatan, serta pembangunan manusia dan lingkungan secara menyeluruh.

Tren seperti personalisasi diet, pola makan berbasis nabati, konsumsi makanan fungsional, serta integrasi digital dalam pemantauan asupan harian menjadi indikator bahwa masyarakat semakin sadar akan pentingnya pendekatan gizi yang bersifat holistik dan adaptif. Di sisi lain, inovasi seperti nutrigenomik, biofortifikasi tanaman, hingga penggunaan kecerdasan buatan dalam layanan gizi, telah membawa lompatan besar dalam praktik keilmuan dan intervensi gizi di berbagai sektor. Perkembangan ini menunjukkan bahwa ilmu gizi telah dan akan terus bergerak dari pendekatan umum (*one-size-fits-all*) menuju pendekatan spesifik, presisi, dan personal. Selain itu, munculnya kebutuhan untuk mengintegrasikan isu keberlanjutan, keamanan pangan, dan ketahanan pangan dalam kebijakan gizi memperluas cakupan intervensi gizi dari level individu hingga sistem pangan global.

Namun demikian, tren dan inovasi ini juga membawa tantangan baru. Isu etika, privasi data genetik, ketimpangan akses terhadap teknologi gizi, serta risiko komersialisasi yang tidak berbasis bukti, perlu diantisipasi dan dikelola dengan pendekatan lintas sektor. Profesional gizi dituntut untuk tidak hanya melek ilmu, tetapi juga melek teknologi, sosial, dan kebijakan, agar dapat menjadi aktor strategis dalam mengawal transformasi gizi masa depan. Dengan demikian, tren dan inovasi dalam ilmu gizi bukan sekadar respons terhadap perkembangan zaman, tetapi juga cerminan dari upaya ilmu pengetahuan dalam menjawab kebutuhan hidup manusia secara lebih sehat, cerdas, dan berkelanjutan.

Berikut terlampir tabel perbandingan untuk membedakan antara tren dan inovasi dalam ilmu gizi.

Tabel 12.1 Perbandingan antara Tren dan Inovasi dalam Ilmu Gizi

Aspek	Tren dalam Ilmu Gizi	Inovasi dalam Ilmu Gizi
Definisi	Perubahan pola atau kecenderungan yang berkembang dalam perilaku konsumsi dan perhatian masyarakat terhadap gizi.	Penemuan atau penerapan teknologi, metode, atau pendekatan baru dalam ilmu dan praktik gizi.
Bersifat	Reaktif terhadap perubahan sosial, budaya, dan gaya hidup masyarakat.	Proaktif dalam menciptakan solusi atas masalah gizi dan kesehatan melalui teknologi dan sains.
Contoh	- Meningkatnya konsumsi plant-based diet - Clean label dan real food - Mindful eating	- Nutrigenomik dan nutrigenetik - Biofortifikasi tanaman - Aplikasi gizi berbasis AI
Fokus	Pola konsumsi dan gaya hidup masyarakat saat ini dan ke depan.	Pengembangan teknologi, produk, atau sistem untuk meningkatkan status gizi.
Sumber	Preferensi konsumen, media,	Penelitian ilmiah,

Penggerak	kampanye kesehatan, nilai budaya dan lingkungan.	kemajuan teknologi, dan kebutuhan sistem pelayanan gizi.
Tujuan	Menyesuaikan gaya hidup dengan pilihan makan yang lebih sehat dan sadar lingkungan.	Meningkatkan efektivitas intervensi gizi dan memecahkan tantangan gizi secara sistemik.
Contoh Dampak	Perubahan kebiasaan makan masyarakat secara luas.	Tersedianya alat diagnosis nutrisi personal, pangan fungsional, dan terapi berbasis mikrobioma.

D. Dampak dan Manfaat Tren dan Inovasi dalam Ilmu Gizi

Tren dan inovasi dalam ilmu gizi tidak hanya mencerminkan perubahan paradigma dalam cara pandang masyarakat terhadap makanan dan kesehatan, tetapi juga membawa dampak nyata dalam berbagai aspek kehidupan, mulai dari individu hingga level sistem kesehatan dan pangan global. Perkembangan ini memberikan beragam manfaat terhadap berbagai sektor. Berikut terlampir tabel perbandingan antara dampak dan manfaat tren dan inovasi ilmu gizi berdasarkan sektor.

Tabel 12.2 Dampak dan Manfaat Tren dan Inovasi Ilmu Gizi Berdasarkan Sektor

Sektor	Dampak Positif	Manfaat Strategis
Individu	- Intervensi gizi lebih personal dan akurat- Meningkatkan kepatuhan diet- Pencegahan penyakit lebih efektif	- Pengelolaan penyakit kronis berbasis diet- Peningkatan kualitas hidup- Gaya hidup lebih sehat dan sadar gizi
Komunitas	- Akses edukasi dan layanan gizi lebih luas- Dukungan	- Cakupan program gizi masyarakat meningkat- Penurunan angka

	komunitas terhadap gaya hidup sehat meningkat	malnutrisi dan obesitas
Sistem Pangan	- Peralihan ke pangan ramah lingkungan- Diversifikasi sumber protein- Pengembangan pangan lokal inovatif	- Meningkatkan ketahanan pangan- Mendorong pertanian berkelanjutan- Mengurangi jejak karbon
Industri	- Tumbuhnya produk pangan fungsional dan berbasis ilmiah- Inovasi dalam teknologi pangan dan suplemen	- Menjawab kebutuhan pasar sehat- Meningkatkan daya saing produk nasional dan ekspor
Global / SDGs	- Mendukung sistem pangan berkelanjutan- Integrasi gizi dalam pembangunan global	- Kontribusi terhadap SDGs: no hunger, good health, climate action, sustainable consumption

E. Sikap, Tantangan, dan Peluang dalam Tren dan Inovasi Ilmu Gizi

Perkembangan tren dan inovasi dalam ilmu gizi menawarkan banyak harapan bagi peningkatan kualitas kesehatan masyarakat. Namun, kemajuan ini juga memerlukan sikap yang kritis, adaptif, dan etis dari para pelaku di bidang gizi dan kesehatan. Sikap profesional dan berbasis bukti menjadi sangat penting agar tren dan inovasi tidak sekadar menjadi mode sesaat atau produk komersial tanpa dasar ilmiah yang kuat.

Sikap ilmiah yang harus dikedepankan antara lain adalah selektif terhadap tren populer, objektif dalam menilai manfaat inovasi, serta berorientasi pada kepentingan masyarakat luas, khususnya kelompok rentan. Praktisi gizi dituntut untuk tidak hanya mengikuti perkembangan, tetapi

juga mampu menyaring, menginterpretasi, dan menerapkan pengetahuan baru secara bijak. Integritas akademik dan komitmen terhadap kesehatan publik perlu dijadikan pijakan dalam menyikapi setiap bentuk inovasi dan perubahan. Namun demikian, tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan ini juga membawa tantangan yang kompleks. Beberapa tantangan utama antara lain:

1. Kesenjangan Akses Teknologi dan Informasi.

Inovasi seperti nutrigenomik, aplikasi berbasis AI, atau pangan fungsional seringkali tidak terjangkau oleh masyarakat ekonomi rendah. Hal ini berisiko memperlebar kesenjangan gizi antara kelompok mampu dan tidak mampu.

2. Kurangnya Literasi Gizi dan Digital

Masyarakat masih banyak yang belum memiliki pemahaman yang cukup tentang label makanan, risiko produk suplemen, atau penggunaan aplikasi diet. Ini dapat menyebabkan misinformasi dan perilaku makan yang keliru.

3. Etika dan Regulasi

Penggunaan data genetik untuk personalisasi gizi menimbulkan kekhawatiran tentang privasi dan penyalahgunaan data. Perlu regulasi dan standar etika yang ketat untuk mengawal penerapan inovasi ini.

4. Komersialisasi Berlebihan

Banyak tren gizi dimanfaatkan sebagai peluang bisnis tanpa dasar ilmiah yang jelas. Produk dengan klaim fungsional kadang dipasarkan secara berlebihan dan menyesatkan konsumen.

Meski demikian, terdapat peluang besar untuk mengintegrasikan tren dan inovasi ini ke dalam sistem gizi nasional maupun global. Di antaranya:

1. Peningkatan Efektivitas Intervensi Gizi

Inovasi berbasis data seperti nutrigenomik atau aplikasi mobile dapat meningkatkan akurasi diagnosis, efisiensi pemantauan, dan kepatuhan intervensi.

2. Pengembangan Produk Gizi Lokal Inovatif

Pemanfaatan pangan lokal yang difortifikasi atau diformulasikan secara fungsional dapat menjadi solusi masalah gizi spesifik di daerah.

3. Transformasi Layanan Konseling Gizi

Konseling gizi kini dapat diakses lebih luas dan fleksibel melalui platform digital, memperluas jangkauan ke masyarakat terpencil.

4. Integrasi Gizi dan Isu Keberlanjutan

Tren konsumsi pangan ramah lingkungan membuka ruang sinergi antara program gizi dan program ketahanan pangan serta pengelolaan lingkungan.

Dengan kata lain, masa depan ilmu gizi sangat menjanjikan, asalkan ditopang oleh sikap ilmiah, kebijakan yang adaptif, serta kolaborasi lintas sektor yang solid. Para ahli gizi, akademisi, praktisi kesehatan, pembuat kebijakan, dan pelaku industri harus saling bersinergi untuk memastikan bahwa tren dan inovasi ini dapat dimanfaatkan secara maksimal demi mewujudkan kesehatan masyarakat yang berkeadilan dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Alfiana, R., Aji, A. S., Samutri, E., Paratmanitya, Y., Hafizhah, R. D., Zulfa, I. F., Putri, S. A., Farhan, A. U., & Surendran, S. (2023). Peran Ahli Gizi Dalam Memberikan Pelayanan Gizi Berbasis Gen di Indonesia. *Amerta Nutrition*, 7(2SP), 276–282. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i2SP.2023.276-282>
- Ambar Wati, D., & Masayu Dian Khairani, Mg. (2024). *Konseling Gizi Dalam Proses Asuhan Gizi Terstandar*. Penerbit Cv. Eureka Media Aksara.
- Bahan, P., Lokal, P., Sebagai, I., Fungsional, P., Manfaatnya, D., Kesehatan, B., Sihite, N. W., & Hutasoit, M. S. (2023). Potensi Bahan Pangan Lokal Indonesia Sebagai Pangan Fungsional Dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. In *Jurnal Riset Gizi* (Vol. 11, Issue 2).
- Biomedika, J., & Kesehatan, D. (2023). Chronic Kidney Disease: is plant-based diet effective? Penyakit Ginjal Kronis: apakah pola makan berbasis nabati efektif? *Journal Of Biomedika And Health*, 6(3), 2621–5470. <https://doi.org/10.18051/jbk>
- Hidayani, W. R., & Santosa, A. F. (2024). Wearable IoT dalam Bidang Kesehatan: Tantangan dan Peluang. *Bincang Sains Dan Teknologi*, 3(02), 78–84. <https://doi.org/10.56741/bst.v3i02.599>
- Indrasari, S. D., & Kristamtini, K. (2018). Biofortifikasi Mineral Fe Dan Zn Pada Beras: Perbaikan Mutu Gizi Bahan Pangan Melalui Pemuliaan Tanaman. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 37(1), 9. <https://doi.org/10.21082/jp3.v37n1.2018.p9-16>
- Nurbaya, et al. (2024). *Sehat Bergizi dengan Mindfulness*. <https://www.researchgate.net/publication/380029577>
- Nurbaya and Juhartini (2024) *Sehat Bergizi dengan Mindfulness*. Makassar: Subaltren Inti Media.
- Ryan Putra Laksana. (2024). Pemantauan Cepat Kadar Gizi Makanan Dengan Aplikasi Mobile Berbasis Ai Untuk Mencegah Kelebihan Konsumsi Karbohidrat. *JIK: Jurnal Ilmu Komputer*.

- Segovia-Villarreal, M., & Rosa-Díaz, I. M. (2022). Promoting Sustainable Lifestyle Habits: “Real Food” and Social Media in Spain. *Foods*, 11(2), 224. <https://doi.org/10.3390/foods11020224>
- Singar, S., Nagpal, R., Arjmandi, B. H., & Akhavan, N. S. (2024). Personalized Nutrition: Tailoring Dietary Recommendations through Genetic Insights. *Nutrients*, 16(16), 2673. <https://doi.org/10.3390/nu16162673>
- Suryana, A. (2024). *Toward Sustainable Indonesian Food Security 2025: Challenges and Its Responses*. Forum Penelitian Agro Ekonomi, Volume 32 No. 2, Desember 2014: 123 – 135
- Yulianti, E., Ulya Uti Fusrini, dr, Menik Kasiyati, Mb., Ir Juliana Christyaningsih, Mi., Rita Maliza, Mk., dr Riswahyuni Widhawati, Mk., Fista Utami, Ms., Editor, Mg., Rauza Sukma Rita, dr, & Fika Tri Anggraini, dr. (2024). *Gizi Molekuler Dan Genetika*.

Tentang Penulis



Andi Fatwa Tenri Awaru, S.Gz., M.Kes. Lahir di Sengkang, 16 Mei 1991. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis yaitu jenjang S1 pada Program Studi Gizi, Universitas Hasnuddin tahun 2008-2012. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 pada Universitas Hasanuddin dan lulus tahun pada tahun 2016. Riwayat pekerjaan diawali pada tahun 2017 sebagai dosen di Universitas Megarezky Makassar. Saat ini penulis bekerja di Universitas Sulawesi Barat pada program studi gizi mampu mata kuliah Gizi Daur Hidup,

Analisis Zat Gizi, Biokimia, Konseling Gizi dan Ilmu Bahan Pangan. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi yaitu sebagai penulis buku, publikasi dan seminar di bidang gizi ibu dan anak. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: andifatwa.tenriawaru@unsulbar.ac.id



Fitri Komala Sari, S.TP., M.Sc.

Tercatat sebagai lulusan Magister Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada. Saat ini Fitri mengabdikan di Program Studi S1 Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Ketahanan Pangan, Universitas Negeri Surabaya. Fitri memulai karir sebagai dosen sejak 2019, setelah sebelumnya berkiprah di dunia industri. Sebagai dosen, Fitri kerap tampil di berbagai konferensi ilmiah baik nasional maupun

internasional dan mempublikasikan jurnal di bidang pangan dan gizi. Email: sarifitri@unesa.ac.id



Nathasa Khalida Dalimunthe, S.Gz., M.Gz. Lahir di Bandar Lampung, pada 24 Juni 1996. Penulis menempuh pendidikan S1 di Departemen Gizi Masyarakat, Institut Pertanian Bogor dan lulus tahun 2018. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan S2 di departemen dan kampus yang sama yaitu Departemen Gizi, IPB University dan lulus tahun 2022. Penulis merupakan seorang dosen dan turut aktif melakukan Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu pengabdian di Politeknik Negeri

pengajaran, penelitian, dan Lampung sejak tahun 2024.

Email Penulis: nathasa_kd@polinela.ac.id



Niken Rahmah Ghanny, S.Si., M.Biomed, lahir di Jakarta, pada 21 Mei 1993. Ia bukanlah orang baru di dunia penelitian biomedis Indonesia. Sebagai dosen di Fakultas Kedokteran UPN "Veteran" Jakarta, ia aktif melakukan penelitian di bidang biokimia dan biologi molekular, khususnya dalam mekanisme apoptosis sel kanker dan teknologi CRISPR/Cas9. Niken mempublikasikan penelitiannya tentang "MnSOD Gene Knockout Promotes Apoptosis in Triple-Negative Breast Cancer" di Makara Journal of Science yang mengeksplorasi terapi molekular untuk kanker payudara triple-negative. Sebagai peneliti yang

memiliki jaringan profesional yang luas melalui LinkedIn, ia berkomitmen mengembangkan ilmu biomedis untuk kemajuan dunia kesehatan. Penulis berterima kasih kepada suami Parara tercinta, alfath dan jasmine anak tersayang, serta Bapak Sarkowi dan Ibu Rofiah selaku orangtua dan adik Astika, Alifa, dan Okta terkasih yang terus mendukung penulis untuk terus belajar dan berkarya.

e-mail: niken.rahmah.ghanny@upnvj.ac.id



Penulis lahir di Palembang tanggal 9 Desember 1989. Penulis meraih gelar Sarjana Gizi dari Institut Pertanian Bogor Departemen Gizi Masyarakat pada tahun 2013 setelah sebelumnya menyelesaikan Pendidikan Diploma pada Program Diploma Institut Pertanian Bogor. Penulis melanjutkan memperoleh gelar Magister Sains di Sekolah Pascasarjana Program Studi Ilmu Gizi Institut Pertanian Bogor pada tahun 2018. Penulis memulai karir dosen di salah satu universitas swasta pada tahun 2019 – 2024 dan saat ini

mengajar di Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung. Penulis memiliki minat penelitian dan pengabdian masyarakat di bidang pangan, gizi, kualitas konsumsi, perencanaan program dan ketahanan pangan. Dengan pengalaman dan keahlian yang dimilikinya, penulis berharap dapat memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan dan pangan di Indonesia. Penulis dapat dihubungi melalui: e-mail: avidyarini@polinela.ac.id



Anitatie Ratna Megasari, S.K.M., M.P.H., lahir di Palu, pada 1 Agustus 1994. Penulis menempuh pendidikan sarjana di Universitas Tadulako Palu dibidang Gizi Kesehatan Masyarakat. Kemudian pendidikan magister di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dibidang Gizi dan Kesehatan. Penulis adalah seorang dosen PNS di Program Studi Sarjana Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mulawarman, Samarinda. Email: anitatiarm@fkm.unmul.ac.id



Penulis dilahirkan di Kotamobagu pada tanggal 02 November 1992 dan merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menyelesaikan Pendidikan S1 di Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Bidang Minat Gizi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado pada tahun 2014. Tahun 2020 penulis menyelesaikan Pendidikan S2 di Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat dengan Bidang Minat Gizi Kesehatan Masyarakat pada Program Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahun 2021 – 2024 penulis bekerja sebagai dosen di

Program Studi Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Manado dan sejak tahun 2024 menjadi dosen di Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado. Email penulis : aspondagitan@unsrat.ac.id



Sri Suryani lahir di Lampung, pada 13 Oktober 1989. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Malahayati Lampung dengan gelar Magister Kesehatan dengan Peminatan Kesehatan Reproduksi. Telah menekuni dunia akademisi sejak tahun 2010, dengan mengajar di Akademi Kebidanan Alifa Pringsewu Lampung, Sekolah Tinggi Ilmu Shuffah Al-Qur'an Abdullah Bin Mas'ud Online Lampung Selatan dan kini sebagai Dosen ASN di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya. Email: srisuryani13@gmail.com



Yuli Dwi Setyowati, SGz., Msi, lahir di Jakarta, pada 24 Juli 1992. Ia tercatat sebagai lulusan magister di Institut Pertanian Bogor di bidang Ilmu Keluarga dan Perkembangan Anak, serta lulusan sarjana gizi di jurusan ilmu gizi di Institut Pertanian Bogor. Yuli Dwi Setyowati merupakan dosen gizi di Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka dengan matakuliah yang diampu adalah psikologi kesehatan, tumbuh kembang anak gender dan kesehatan dan komunikasi gizi. Email: yulisetyowati@uhamka.ac.id atau yuisetyowati@gmail.com



Widya Asih Lestari, S.Gz., MKM. Lahir di Palembang, pada 9 Mei 1991. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Indonesia dengan gelar Magister Kesehatan Masyarakat khususnya di bidang Gizi. Saat ini aktif sebagai dosen di salah satu perguruan tinggi swasta di Jakarta. Bidang peminatan pengajaran, pengabdian masyarakat, dan penelitian di bidang gizi klinik dan masyarakat. widya_asihlestari@uhamka.ac.id



Aby Riestanti, S.Pd., M.P.H lahir di Kulon Progo pada tanggal 6 April 1994, menyelesaikan studi S1 di Pendidikan Teknik Boga Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2016 dan S2 di Gizi Kesehatan – Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Gadjah Mada pada tahun 2020. Saat ini aktif sebagai dosen pada Program Studi Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Pattimura, Ambon. Email: aby.riestanti@lecturer.unpatti.ac.id



Kharisma Nurul Fazrianti Rusman, S.Tr.,Keb.,M.K.M. Lahir di Tasikmalaya, 26 Juni 1996. Jenjang Pendidikan D4 ditempuh di Poltekkes Kemenkes Tasikmalaya, lulus tahun 2019. Pendidikan S2 Kesehatan Masyarakat Peminatan Kesehatan Reproduksi, lulus tahun 2021 di Universitas Indonesia. Saat ini penulis bertugas sebagai Dosen Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi. Penulis memiliki ketertarikan terhadap ilmu gizi karena penulis juga mengajar mata kuliah Ilmu Gizi di Program Studi. Berbekal latar belakang pendidikan tersebut, penulis

terbuka terhadap kolaborasi dan penelitian serta menjalin kerja sama untuk menciptakan perubahan positif. Penulis dapat dihubungi melalui email: kharismanurulfr@unsil.ac.id