

PANGAN DAN GIZI



Laela Nur Rokhmah • Ryan Budi Setiawan • Deasy Handayani Purba
Novia Anggraeni • Sari Suhendriani • Ahmad Faridi
Martina Widhi Hapsari • Yohanes Kristianto • Laeli Nur Hasanah
Niken Bayu Argaheni • Anto • Tri Handayani • Rasmaniar

PANGAN DAN GIZI



UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Perlindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

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

Pangan dan Gizi

Laela Nur Rokhmah, Ryan Budi Setiawan
Deasy Handayani Purba, Novia Anggraeni
Sari Suhendriani, Ahmad Faridi, Martina Widhi Hapsari
Yohanes Kristianto, Laeli Nur Hasanah
Niken Bayu Argaheni, Anto, Tri Handayani, Rasmaniar



Penerbit Yayasan Kita Menulis

Pangan dan Gizi

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2022

Penulis:

Laela Nur Rokhmah, Ryan Budi Setiawan
Deasy Handayani Purba, Novia Anggraeni
Sari Suhendriani, Ahmad Faridi, Martina Widhi Hapsari
Yohanes Kristianto, Laeli Nur Hasanah
Niken Bayu Argaheni, Anto, Tri Handayani, Rasmaniar

Editor: Ronal Watrianthos

Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis

Web: kitamenulis.id

e-mail: press@kitamenulis.id

WA: 0821-6453-7176

IKAPI: 044/SUT/2021

Laela Nur Rokhmah., dkk.

Pangan dan Gizi

Yayasan Kita Menulis, 2022

xiv; 178 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-342-387-8

Cetakan 1, Februari 2022

- I. Pangan dan Gizi
- II. Yayasan Kita Menulis

Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

Kata Pengantar

Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok yang dibutuhkan oleh manusia yang harus dipenuhi pertama kali dan mutlak. Manusia membutuhkan pangan yang bergizi, aman dikonsumsi dan terjamin ketersediaannya untuk kelangsungan hidupnya.

Setiap orang memiliki kebutuhan pangan berbeda-beda tergantung kebutuhan dan pertimbangan aktivitas. Bahan pangan yang tersedia sebagai sumber gizi yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Dalam konsep pangan, pangan dikonsumsi karena memiliki gizi baik makro maupun mikro. Kebutuhan tersebut harus dipenuhi baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Ketimpangan asupan zat gizi akan menyebabkan terganggunya kesehatan manusia. Berbagai upaya baik perbaikan proses maupun penambahan zat gizi dilakukan untuk mencegah terjadinya kekurangan gizi yang terjadi.

Dalam buku ini diharapkan akan menambah pengetahuan pembaca tentang peran penting pangan dan gizi dalam kehidupan manusia. Beberapa topik yang akan dibahas diantaranya :

Bab 1 Pengantar Pangan dan Gizi

Bab 2 Kandungan dan Fungsi Zat Gizi

Bab 3 Metabolisme Zat Gizi

Bab 4 Nilai Gizi Bahan Pangan

Bab 5 Pola Konsumsi Pangan

Bab 6 Kebutuhan Zat Gizi

Bab 7 Upaya Perbaikan Gizi

Bab 8 Kecukupan Zat Gizi

Bab 9 Status Gizi

Bab 10 Malnutrisi

Bab 11 Fortifikasi dan Anti Gizi

Bab 12 Keamanan Pangan dan Gizi

Bab 13 Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG)

Semoga buku ini dapat bermanfaat dan memperkaya pengetahuan tentang pangan dan gizi. Salam Sehat.

Januari 2022

Tim Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiii

Bab 1 Pengantar Pangan dan Gizi

1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Proses Pascapanen dan Pengolahan	2
1.3 Gizi Pangan.....	5
1.4 Keamanan Pangan	9

Bab 2 Kandungan dan Fungsi Zat Gizi

2.1 Pendahuluan.....	11
2.2 Fungsi dan Kandungan Zat Gizi.....	12
2.2.1 Zat Gizi Makro.....	12
2.2.2 Zat Gizi Mikro	18

Bab 3 Metabolisme Zat Gizi

3.1 Pendahuluan.....	25
3.2 Tinjauan Sejarah Metabolisme Zat Gizi	27
3.3 Konservasi Energi: Mekanisme Sintesis ATP	29
3.4 Jalur Untuk Degradasi Nutrisi yang Menyatu ke Siklus TCA.....	33

Bab 4 Nilai Gizi Bahan Pangan

4.1 Pendahuluan.....	37
4.2 Bahan Pangan Kelompok I.....	38
4.3 Bahan Pangan Kelompok II.....	39
4.4 Bahan Pangan Kelompok III	41
4.5 Bahan Pangan Kelompok IV	42
4.6 Bahan Pangan Kelompok V	43

Bab 5 Pola Konsumsi Pangan

5.1 Pendahuluan.....	45
5.2 Pola Konsumsi Pangan	46
5.3 Fenomena Konsumsi Pangan di Masa Pandemi COVID-19.....	49
5.4 Rekomendasi Pola Konsumsi Pangan Sehat.....	51
5.5 Manfaat Pola Konsumsi Pangan Sehat Pada Tubuh.....	59

Bab 6 Kebutuhan Zat Gizi

6.1 Pendahuluan.....	63
6.2 Meal Plan and Food Formulation.....	65
6.3 Perhitungan Kebutuhan Zat Gizi.....	70

Bab 7 Upaya Perbaikan Gizi

7.1 Pendahuluan.....	77
7.2 Faktor yang Mempengaruhi Gizi Seseorang.....	78
7.3 Upaya Perbaikan Gizi	80

Bab 8 Kecukupan Zat Gizi

8.1 Pendahuluan.....	87
8.2 Konsep Kecukupan Gizi	88
8.3 Penentuan Kecukupan Gizi	89
8.3.1 Kecukupan Energi	90
8.3.2 Kecukupan Zat Gizi Makro	91
8.4 Karakteristik AKG	93
8.5 Manfaat AKG	96

Bab 9 Status Gizi

9.1 Pendahuluan.....	99
9.2 Penilaian Status Gizi.....	102
9.2.1 Penilaian Status Gizi Metode Antropometri.....	102
9.2.2 Penilaian Status Gizi Metode Biokimia	106
9.2.3 Penilaian Status Gizi Metode Klinis	107
9.2.4 Penilaian Status Gizi Metode Konsumsi Pangan	108

Bab 10 Malnutrisi

10.1 Pendahuluan.....	111
10.2 Bentuk Malnutrisi.....	114
10.3 Faktor Risiko Malnutrisi	121

Bab 11 Fortifikasi dan Anti Gizi

11.1 Pendahuluan.....	125
11.2 Fortifikasi	126
11.3 Anti Gizi.....	131

Bab 12 Keamanan Pangan dan Gizi

12.1 Pendahuluan.....	135
12.2 Sumber Cemar.....	136
12.2.1 Cemar Biologis	137
12.2.2 Cemar Kimia.....	139
12.2.3 Cemar Fisik (Physical Hazard).....	144

Bab 13 Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG)

13.1 Pendahuluan.....	147
13.2 Konsep Ketahanan, Kerawanan Pangan, dan Gizi	149
13.3 Tujuan dan Sasaran SKPG	152
13.4 Proses Terjadinya Kerawanan Pangan.....	154

Daftar Pustaka	157
Biodata Penulis	171

Daftar Gambar

Gambar 3.1: Sistem Transpor Elektron (ETS) Di Membran Mitokondria Bagian Dalam	31
Gambar 3.2: Reaksi Siklus Asam Trikarboksilat	32
Gambar 4.1: Produksi dan Konsumsi Beras 2018	41
Gambar 10.1: Ilustrasi Anak-Anak Membeli Makanan Ringan	112
Gambar 10.2: Ilustrasi Makanan	113
Gambar 10.3: Penderita Marasmus	119
Gambar 10.4: Penderita Kwashiorkor dan Marasmik-Kwashiorkor.....	120
Gambar 12.1: Alur Masuk Cemaran Dalam Proses Produksi Pangan Olahan	137
Gambar 12.2: Bisphenol A (BPA) (Schechter, 2010).....	140
Gambar 12.3: Melamin (Wikipedia).....	141
Gambar 12.4: Aflatoksin B1 dan Ochratoxin.....	142
Gambar 12.5: Solanin.....	143
Gambar 13.1: Ruang Lingkup Kegiatan SKPG	153
Gambar 13.2: Manfaat SKPG dalam Proses Pengambilan Keputusan Pencegahan dan Penanggulangan Kerawanan Pangan dan Gizi	154
Gambar 13.3: Proses Terjadinya Kerawanan Pangan dan Gizi	155

Daftar Tabel

Tabel 2.1: Klasifikasi Asam Amino Berdasarkan Kemampuan Tubuh Dalam Menyintesis	15
Tabel 4.1: Persepsi Masyarakat Indonesia Terhadap Konsumsi Susu	40
Tabel 4.2: Kualitas Kefir Dengan Jenis Susu Berbeda	40
Tabel 4.3: Komposisi Kimia Pada Bagian Biji Jagung.....	42
Tabel 4.4: Kandungan Asam Askorbat Pada Berbagai Jenis Buah.....	43
Tabel 4.5: Kandungan Gizi Ubi Jalar Segar Berdasarkan Warna Umbi	44
Tabel 6.1: Bahan Makanan Penukar	66
Tabel 6.2: Distribusi Bahan Makanan.....	67
Tabel 6.3: Terjemahan Ke Dalam Bahan Makanan.....	68
Tabel 6.4: Susunan Menu Sehari.....	69
Tabel 6.5: Kebutuhan Energi dan Zat Gizi Anak	71
Tabel 6.6: Kebutuhan Energi dan Zat Gizi Anak	71
Tabel 6.7: Kebutuhan Energi dan Zat Gizi Remaja	71
Tabel 6.8: Kebutuhan Energi dan Zat Gizi Dewasa.....	72
Tabel 6.9: Formula Perhitungan Energi dan Zat Gizi Bayi	73
Tabel 6.10: Formula Perhitungan Energi dan Zat Gizi.....	74
Tabel 6.11: Formula Perhitungan Energi dan Zat Gizi.....	74
Tabel 7.1: Intervensi Gizi Spesifik Untuk Pencegahan Stunting di Indonesia	82
Tabel 7.2: Intervensi Gizi Sensitif Untuk Pencegahan Stunting di Indonesia	83
Tabel 8.1: Pedoman Distribusi Zat Gizi Terhadap Energi.....	92
Tabel 9.1: Tahapan Kekurangan Gizi dan Cara Penilaian Status Gizi	102
Tabel 9.2: Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak Berdasarkan Indeks ..	104
Tabel 9.3: Ambang Batas IMT Untuk Indonesia	105
Tabel 9.4: Indikator Laboratorium	106
Tabel 9.5: Daftar Gambaran Fisik dan Pengelompokan Tanda Klinis.....	107
Tabel 9.6: Ambang Batas IMT Untuk Indonesia	108
Tabel 11.1: Jenis Fortifikasi	127
Tabel 11.2: Efek Fortifikasi Zat Besi di Beberapa Negara	129
Tabel 11.3: Makanan Di Fortifikasi di Beberapa Negara Asia	130

Tabel 11.4: Potensi Manfaat dan Risiko Terkait Implementasi Fortifikasi Industri dan Biofortifikasi.....	131
Tabel 11.5: Komponen Tumbuhan, Sumber, dan Implikasi Klinis.....	132
Tabel 11.6: Tips Pengolahan Untuk Penurunan Senyawa Anti Gizi.....	134

Bab 1

Pengantar Pangan dan Gizi

1.1 Pendahuluan

Pangan merupakan kebutuhan mutlak yang harus dipenuhi manusia untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Arti pangan menurut Kementerian Kesehatan (2014), segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah yang diperuntukkan bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan dan bahan lain yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan dan atau pembuatan makanan dan minuman.

Sumber bahan pangan sangat beragam dari sumber pertanian, peternakan, perikanan dan perkebunan. Tingkat keragaman pangan di Indonesia sangat tinggi karena topografi Indonesia yang sangat beragam. Oleh karena itu, berkorelasi positif dengan hasilnya. Sebagai bahan pangan, ketersediaannya harus ada setiap saat, baik dari segi kualitas dan kuantitas, aman, bergizi dan terjangkau oleh daya beli masyarakat (Rahayu et al, 2019).

Pada proses pengolahan pangan, peran teknologi sangat diperlukan. Sentuhan teknologi diperlukan untuk penanganan pascapanen, pengemasan, dan penyimpanan. Pemilihan teknologi yang tepat dapat mencegah dan mengurangi kehilangan dan kerusakan pangan.

Penyediaan pangan disesuaikan dengan tren dan permintaan konsumen. Upaya pengembangan, produksi dan pemasaran produk pangan menjadi peluang untuk dikembangkan industri pangan. Pangan bukan sekedar hanya sekedar untuk pemenuhan kebutuhan energi untuk melakukan aktivitas saja. Saat ini, masyarakat sudah mulai peduli untuk mengonsumsi pangan untuk mengambil manfaat lebih. Pangan yang berpotensi meningkatkan kesehatan dan memiliki efek pencegahan terhadap penyakit mulai diminati. Konsumsi pangan dengan pertimbangan memiliki gizi yang baik dan cukup.

Pangan bergizi dan aman merupakan kebutuhan yang diinginkan oleh masyarakat. Pangan bergizi karena masyarakat memperoleh manfaat ketika mengonsumsinya, baik sebagai sumber tenaga, pengatur maupun pengganti jaringan tubuh yang rusak. Sedangkan pangan yang aman, adalah pangan yang tidak membahayakan baik dikonsumsi dalam jangka pendek maupun panjang. Pangan yang aman harus dalam ambang batas cemaran fisik, kimia dan mikrobiologi yang diprasyaratkan.

Upaya pencapaian gizi masyarakat yang baik dan optimal dimulai dengan penyediaan pangan yang cukup. Penyediaan pangan yang cukup diperoleh dengan optimalisasi produksi pangan melalui berbagai sektor antara lain pertanian, perikanan, perkebunan dan peternakan. Penyediaan tersebut diproses dengan teknologi yang tepat, cara yang benar dan diprasyaratkan sehingga dapat diperoleh manfaat dan pemerataan dan ketersediaan pangan dalam jangka waktu lama.

Permasalahan gizi terkait pangan tidak hanya kekurangan gizi namun juga kelebihan gizi. Penilaian status gizi kelompok masyarakat tertentu tersebut bisa dilihat dari pola konsumsi pangannya. Selain itu penilaian status gizi juga bisa dilihat dari parameter penilaian seperti berat badan, antropometri, dan kelainan yang terjadi (Indriani, 2015).

1.2 Proses Pascapanen dan Pengolahan

Bahan pangan yang dikonsumsi oleh manusia berasal dari tumbuhan dan hewan. Sumber bahan pangan berasal dari sumber pertanian, peternakan, perikanan dan perkebunan. Bahan pangan yang dikonsumsi oleh manusia dikonsumsi untuk mendapatkan energi dan manfaat untuk membantu aktivitas dan kesehatan manusia. Bahan pangan tersebut memiliki kandungan gizi

seperti karbohidrat, protein, vitamin, lemak maupun mineral. Setiap bahan pangan berasal dari alam ada yang bisa langsung dikonsumsi setelah dipanen maupun harus melalui proses pengolahan untuk bisa dikonsumsi.

Karena berasal dari alam, bahan pangan ada yang diambil untuk dikonsumsi berdasarkan umur, waktu dan cara yang disesuaikan dengan sifat dan karakter bahan pangan. Sebagai contoh, buah pisang bisa dikonsumsi bila sudah matang yang ditandai dengan perubahan kulit buah menjadi berwarna kuning. Akan tetapi juga ada bahan pangan yang dikonsumsi tanpa berdasar umur seperti air. Air bisa dikonsumsi tanpa syarat waktu namun berdasarkan spesifikasi syarat fisika, kimia dan mikrobiologi sehingga aman dan layak untuk dikonsumsi.

Bahan pangan yang dikonsumsi berdasar umur, waktu dan cara ditangani dengan pengelolaan yang benar supaya meminimalisir kerusakan dan kehilangan akibat proses penanganan yang tidak tepat atau penurunan mutu. Proses pasca panen tersebut di antaranya pemilihan, pembersihan atau pencucian. Proses tersebut berlaku untuk sumber pertanian di dalamnya terdapat produk sektor hortikultura. Produk sektor hortikultura menghasilkan buah, sayuran, bahan tanaman obat nabati, florikultura, termasuk di dalamnya jamur, lumut dan tanaman air yang berfungsi sebagai sayuran. Penanganan pasca panen bahan hortikultura meliputi pemilihan, pembersihan/pencucian, (Kementerian Pertanian, 2013).

Sumber pangan dari sektor peternakan dan perikanan, untuk dikonsumsi harus diusahakan dengan cara dibudidayakan atau ditangkap (untuk perikanan laut). Setelah itu, perlu melalui proses pengolahan untuk bisa dikonsumsi supaya aman dan bisa dikonsumsi. Sumber pangan dari sektor pertanian dan perkebunan juga perlu diolah untuk mendapatkan pangan yang beragam dan awet. Proses pembersihan dan pemilihan merupakan langkah awal yang mutlak harus dilakukan sebelum bahan pangan melalui proses pengolahan.

Proses pengolahan pangan bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan memperpanjang masa simpan. Menurut Anonim (2022), berbagai metode pengolahan pangan di antaranya:

1. menghilangkan lapisan luar yang tidak diinginkan seperti mengupas kentang atau buah;
2. memotong atau mengupas contohnya wortel;
3. pembagian dan pelunakan;

4. pemerasan seperti pembuatan jus buah;
5. fermentasi seperti pembuatan bir;
6. emulsifikasi;
7. pemasakan seperti perebusan, pendidihan, penggorengan, pengukusan atau pemanggangan;
8. pencampuran;
9. penambahan gas seperti pengembang untuk roti atau gasifikasi minuman ringan;
10. peragian;
11. pengeringan semprot;
12. pasteurifikasi;
13. pengepakan;

Pengemasan

Pengemasan merupakan salah satu cara untuk melindungi dan mengawetkan produk. Menurut Rahmawati (2013), fungsi kemasan sebagai wadah atau tempat, pelindung, penunjang cara penyimpanan dan transpor, dan alat pemasaran. Beragam bahan pengemas yang disesuaikan dengan produk yang akan dikemas di antaranya, kayu, logam, gelas, kertas, papan kertas, plastik, film, dan foil.

Pengemasan satu paket dengan pelabelan karena pada kemasan melekat informasi mengenai pangan yang dikemas. Informasi tersebut seharusnya memberikan informasi yang benar dan jelas kepada konsumen. Label merupakan sarana komunikasi produsen kepada konsumen yang dapat memengaruhi keputusan calon konsumen untuk membeli dan atau mengonsumsi bahan pangan.

Informasi tersebut memuat nama produk, nama produsen, alamat produksi, no kontak yang bisa dihubungi, daftar bahan yang digunakan, kandungan gizi, cara penggunaan atau penyajian, tanggal kadaluarsa dan nomor produksi (Yeni et al, 2020). Peraturan Pemerintah No. 699 Tahun 1999 tentang label dan iklan Pangan mengatur ketentuan label pada pangan olahan. Peraturan Badan Pengawasan Obat dan Makanan No. 31 Tahun 2018 juga mengatur tentang label pangan olahan.

Penyimpanan

Bahan pangan secara umum merupakan bahan yang mudah rusak dan tidak tahan lama. Adanya proses penyimpanan bertujuan untuk meningkatkan umur simpan dengan tetap menjaga kualitas dan ketersediaan sepanjang waktu.

Kategori bahan pangan berdasarkan mudah tidaknya rusaknya:

1. High perishable food
Bahan pangan yang mudah rusak dalam jangka waktu 1-6 jam.
2. Perishable food
Bahan pangan yang mudah rusak dalam jangka waktu 1-2 hari.
3. Semi perishable food
Bahan pangan yang sedikit tahan lama dalam jangka waktu 1 minggu dalam suhu ruang.
4. Non perishable food
Bahan pangan yang tidak mudah rusak dan bisa tahan dalam jangka waktu beberapa bulan atau tahun.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, dipilih proses pengolahan serta penyimpanan pangan yang tepat supaya bahan pangan lebih awet, tahan lama dan minim kerusakan atau mengalami penurunan kualitas atau mutu. Metode penyimpanan dilakukan mulai dari bahan segar (setelah panen), pemrosesan, pengemasan hingga pendistribusian produk.

Berbagai cara digunakan supaya bahan pangan memiliki daya simpan lama, baik menggunakan tambahan bahan pangan atau pengawet dan teknologi pemrosesan sederhana hingga menggunakan teknologi tinggi seperti menggunakan iradiasi gama (Sari dan Hadiyanto, 2013). Pertimbangan karakter bahan dan kerusakan minimal serta penurunan mutu bahan yang kecil dilakukan untuk memutuskan jenis penyimpanan.

1.3 Gizi Pangan

Bahan pangan dikonsumsi oleh manusia memiliki manfaat dan sebagai sumber gizi tertentu. Ilmu gizi menurut Vrause dalam Syafizar dan Welis (2008) adalah ilmu yang mempelajari tentang makanan dalam hubungannya dengan

kesejahteraan tubuh meliputi kebutuhan makan, nilai makanan, pemeliharaan makanan untuk golongan usia dan aktivitas tertentu.

Sedangkan menurut Tirtawinata (2006), ilmu gizi adalah ilmu yang mempelajari segala sesuatu tentang makanan yang mengandung enam macam zat gizi yaitu, air, karbohidrat, lemak, vitamin, protein, dan mineral dalam hubungannya dengan kesehatan. Setiap bahan pangan merupakan sumber gizi tertentu meskipun dalam bahan pangan tersebut tidak hanya mengandung satu jenis sumber gizi.

Zat gizi tersebut dikelompokkan menjadi *makronutrien* dan *mikronutrien*. Makronutrien adalah sumber gizi yang dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tubuh yaitu meliputi karbohidrat, lemak dan protein. Sedangkan mikronutrien adalah sumber gizi yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit oleh tubuh yaitu meliputi vitamin dan mineral.

Secara umum, peranan sumber gizi tersebut yaitu:

Air

Air merupakan bahan penting bagi kehidupan makhluk hidup juga manusia. Air juga merupakan faktor penting dalam bahan pangan karena memengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa pangan. Air berperan sebagai pembawa zat-zat makanan dan sisa-sisa metabolisme, sebagai media reaksi yang menstabilkan pembentukan biopolimer dan sebagainya. (Winarno, 2002).

Kandungan air dalam bahan pangan berpengaruh terhadap kesegaran, daya tahan dan umur simpan bahan pangan. Pada bahan pangan yang kering, diperoleh kadar air dalam jumlah yang kecil. Dengan semakin kecilnya kadar air, maka umur simpannya akan lebih lama.

Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi. 1 gram karbohidrat setara dengan 4 Kal (kkal). Karbohidrat juga merupakan sumber dietary fiber yang berguna untuk pencernaan. Karbohidrat banyak terdapat dalam bahan nabati baik berupa gula sederhana, heksosa, pentosa maupun karbohidrat dengan berat molekul yang tinggi seperti pati, pektin, selulosa dan lignin. Makanan sumber karbohidrat di antaranya, umbi-umbian, dan sereal. Terdapat dalam bentuk polisakarida.

Sedangkan dalam bentuk disakarida seperti gula tebu (sukrosa dan sakarosa) banyak terdapat dalam batang tebu. Karbohidrat terdapat dalam air susu dalam

bentuk laktosa atau gula susu. Beberapa oligosakarida seperti dekstrin terdapat dalam sirup pati, roti dan bir.

Protein

Protein selain sebagai sumber energi juga sebagai zat pembangun dan pengatur. 1 gram protein setara dengan 4 Kal (kkal). Protein merupakan sumber asam-asam amino yang mengandung C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh karbohidrat dan lemak. Sebagai bahan pembangun protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi di dalam tubuh.

Protein digunakan sebagai bahan bakar apabila energi di dalam tubuh tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak. Protein ikut mengatur proses baik langsung dan tidak langsung dalam metabolisme tubuh. Sifat amfoter protein dapat bereaksi dengan asam dan basa dapat mengatur keseimbangan asam-basa dalam tubuh.

Protein dalam bahan makanan yang dikonsumsi manusia akan diserap oleh usus dalam bentuk asam amino. Beberapa sumber protein di antaranya, protein nabati yang berasal dari tumbuhan seperti kacang-kacangan. Sedangkan sumber protein yang berasal dari hewani di antaranya, susu, ikan, udang, daging dan telur.

Selain berdiri sendiri protein saat ini banyak dikembangkan dengan menggabungkan dengan karbohidrat atau protein lain supaya manfaatnya saling melengkapi dengan proses substitusi. Contohnya pada cookies berbahan baku tepung mocaf yang disubstitusi dengan tepung kecambah. (Perdani et al., 2018)

Lemak

Lemak merupakan sumber energi yang besar karena setara dengan 9 kkal untuk 1 gram lemak. Lemak juga berfungsi sebagai pelarut vitamin A, D, E, dan K. Lemak terdapat di dalam bahan makanan dengan jumlah yang berbeda-beda. Dalam bahan pangan, dikenal lemak dan minyak. Perbedaan keduanya berada pada bentuknya pada suhu ruang. Disebut minyak bila berbentuk cair sedangkan disebut lemak bila berbentuk padat.

Lemak dan minyak sengaja ditambahkan pada bahan pangan selain sebagai penambah rasa gurih, memperbaiki tekstur dan cita rasa juga sebagai penghantar panas. Sumber lemak dan minyak bisa berasal dari nabati dan

hewani. Sumber minyak nabati bisa berasal dari minyak kelapa, minyak kacang tanah, minyak coklat, minyak jagung, minyak kapas dan minyak bunga matahari. Sedangkan sumber lemak dan minyak dari hewani berasal dari minyak ikan paus, minyak ikan cod, lemak babi, lemak sapi.

Vitamin

Vitamin merupakan molekul organik yang tidak dapat disintesa oleh tubuh sehingga harus diupayakan dari bahan pangan, kecuali vitamin D. Dalam bahan pangan, terdapat vitamin dalam jumlah sedikit dan beberapa di antaranya terdapat dalam bentuk provitamin atau calon vitamin (precursor) yang dapat diubah dalam tubuh menjadi vitamin yang aktif. Vitamin yang dikenal yaitu A, D, E, dan K yaitu vitamin yang larut dalam lemak sedangkan vitamin B dan C larut dalam air.

Sekali diserap oleh tubuh, vitamin akan disimpan dalam hati atau jaringan-jaringan lemak. Beberapa vitamin sengaja ditambahkan dalam bahan pangan untuk mencegah defisiensi vitamin tertentu. Proses tersebut disebut fortifikasi.

Mineral

Mineral merupakan sumber gizi yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit namun penting. Menurut Winarno (2002), sampai sekarang dikenal 14 sumber mineral yang dibutuhkan oleh manusia. Dalam tubuh, mineral ada yang bergabung dengan zat organik dan ada yang berbentuk ion bebas. Di dalam tubuh, mineral berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Mineral sering ditambahkan dalam bahan pangan dalam bentuk fortifikasi untuk memperbaiki status gizi masyarakat.

Dalam konsumsinya, manusia perlu mengonsumsi bahan pangan tersebut dalam porsi seimbang. Slogan 4 sehat 5 sempurna yang sudah diperbaharui menjadi isi piringku yaitu dengan mengonsumsi terdiri dari 50% buah dan sayur dan 50% sisanya terdiri dari karbohidrat dan protein. Harapannya, masyarakat dapat membatasi konsumsi karbohidrat dengan mengonsumsi lebih banyak serat dan vitamin.

1.4 Keamanan Pangan

Pangan bukan hanya sekedar bisa dikonsumsi namun juga menyehatkan dan aman. Keamanan pangan bukan lagi tuntutan namun sebuah kebutuhan yang harus dipenuhi untuk menjamin keamanan konsumen baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Kebutuhan tersebut harus dipenuhi oleh produsen sebagai penyedia bahan pangan. Berbagai regulasi, legislasi dan penetapan standar diciptakan untuk melindungi konsumen. Keamatan keamanan pangan dengan pengaturan tercermin pada upaya pemerintah bersama produsen untuk menerapkannya.

Pengaturan tersebut mencakup peraturan yang terintegrasi dengan peraturan Internasional seperti *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP), *Good Manufacturing Practices* (GMP) dan diturunkan pada Standar Operasional Prosedur (SOP) (Pudjirahaju, 2018). HACCP digunakan untuk menilai bahaya dan menetapkan sistem pengendalian yang memfokuskan pada pencegahan. HACCP menekankan pentingnya mutu keamanan pangan. Karena itu, sebagai jaminan mutu keamanan pangan, HACCP dapat diterapkan seluruh proses pengolahan pangan dari bahan baku sampai produk dikonsumsi (Muhandri et al, 2012)

Aspek keamanan pangan diterapkan dengan tanpa meninggalkan dihasilkannya pangan yang berkualitas dan bergizi tinggi. Berbagai cemaran dapat mengontaminasi makanan sehingga pangan bisa tercemar. Cemaran fisika, kimia dan mikrobiologi bisa terjadi. Pada air minum, air memiliki syarat harus jernih, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, pH netral dan bebas mikroba.

Cemaran mikroba seperti dari *E. Coli* dan Coliform dengan konsentrasi melebihi baku mutu masih banyak ditemukan pada air minum isi ulang. Cemaran Kimia seperti fluorida, arsenik, timbal, tembaga dan sianida masih ditemukan dalam air (Rahayu, 2022). Pada bahan pangan lain memiliki potensi cemaran yang sama, fisik, kimia dan mikrobiologi. Akan tetapi standar prasyarat setiap bahan pangan berbeda-beda tergantung produk dan jenis bahan pangan.

Bab 2

Kandungan dan Fungsi Zat Gizi

2.1 Pendahuluan

Gizi merupakan faktor yang sangat penting untuk menjaga dan meningkatkan kesegaran jasmani. Keadaan gizi dikatakan baik atau normal jika terdapat keseimbangan antara kebutuhan metabolisme dengan zat gizi yang terkandung dalam makanan yang dikonsumsi. Zat gizi memiliki peran masing-masing bagi kelangsungan fungsi metabolisme tubuh. Oleh karena itu penting untuk mengenal jenis-jenis zat gizi yang diperlukan sehingga dapat mengonsumsi makanan secara tepat.

Definisi gizi dulunya hanya dihubungkan dengan kesehatan tubuh, yaitu untuk menyediakan energi, membangun dan memelihara jaringan tubuh, serta mengatur proses metabolisme di dalam tubuh. Namun sekarang, gizi mempunyai pengertian lebih luas. Di samping untuk kesehatan, gizi dikaitkan dengan potensi ekonomi seseorang, karena gizi berkaitan dengan perkembangan otak, kemampuan belajar dan produktivitas kerja. Peranan gizi dianggap penting untuk memacu pembangunan, khususnya berkaitan dengan pengembangan sumber daya manusia yang berkualitas.

Ilmu gizi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari zat-zat dari bahan pangan yang bermanfaat bagi kesehatan, serta proses yang terjadi pada zat-zat tersebut sejak dikonsumsi, dicerna, diserap, sampai digunakan oleh tubuh,

hingga memberikan manfaat atau dampak terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan kelangsungan fungsi tubuh manusia serta faktor-faktor yang memengaruhinya.

Secara umum berdasarkan kebutuhannya zat gizi dibagi ke dalam dua bagian, yaitu zat gizi Makro dan zat gizi Mikro. Zat gizi makro terdiri atas karbohidrat, protein, dan lemak, sedangkan zat gizi mikro terdiri atas berbagai jenis vitamin, mineral dan senyawa mikro lain seperti metabolit sekunder dari bahan pangan.

2.2 Fungsi dan Kandungan Zat Gizi

2.2.1 Zat Gizi Makro

Karbohidrat

Karbohidrat merupakan zat gizi yang tersusun dari atom unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Secara umum karbohidrat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Makanan yang merupakan sumber karbohidrat di antaranya adalah sereal (padi, gandum, barley, jagung, sorgum, millet), umbi-umbian (ubi jalar, ubi kayu, uwi, porang, talas, kentang) dan palma (Sagu, Aren).

1. Monosakarida

Monosakarida merupakan gula yang paling sederhana dan terdiri dari molekul tunggal. Monosakarida tidak dapat dihidrolisis menjadi lebih sederhana dan dapat dikelompokkan menjadi triosa (3C), tetrosa (4C), pentosa (5C), heksosa (6C), dan heptosa (7C). Heksosa merupakan monosakarida yang paling banyak ditemukan dan besar peranannya dalam sistem pencernaan tubuh, terdiri dari glukosa, fruktosa, dan galaktosa.

Glukosa merupakan bentuk gula yang paling mudah dimanfaatkan tubuh. Dalam sistem pencernaan, glukosa merupakan produk utama dari hidrolisis oligosakarida maupun polisakarida. Glukosa banyak ditemukan dalam buah-buahan dan madu. Fruktosa dikenal sebagai gula buah karena banyak ditemukan pada madu dan aneka buah-

buah. Fruktosa merupakan gula yang paling manis dibandingkan jenis gula sederhana lainnya. Galaktosa merupakan gula yang tidak ditemukan dalam bebas di alam, tetapi harus dihidrolisis dari laktosa yang tersusun atas glukosa dan galaktosa.

2. Oligosakarida

Oligosakarida merupakan polimer monosakarida yang terdiri dari 2-10 monosakarida dan bersifat larut air. Oligosakarida dengan dua molekul monosakarida disebut disakarida, dengan tiga molekul disebut trisakarida, sedangkan dengan empat molekul disebut tetrasakarida. Ikatan antara dua molekul monosakarida dinamakan ikatan glikosida. Contoh disakarida adalah maltosa (glukosa dan glukosa), sukrosa, terdiri (glukosa dan fruktosa), dan laktosa (glukosa dan galaktosa), contoh trisakarida adalah rafinosa dan gentibiosa, dan tetrasakarida contohnya stakiosa.

3. Polisakarida

Polisakarida merupakan monosakarida yang membentuk polimer ikatan glikosidik rantai panjang. Contoh polisakarida dalam bahan makanan seperti selulosa, hemiselulosa, pektin, lignin (penguat tekstur); pati, dekstrin, glikogen, fruktan (sumber energi). Pati merupakan polisakarida utama yang terdapat pada tanaman dan terbagi dalam dua bentuk, yaitu amilosa dan amilopektin. Kedua bentuk tersebut terdapat pada sereal, umbi, dan kacang dengan kadar amilosa 15-20% dan amilopektin 80-85%.

Glikogen merupakan cadangan gula utama pada hewan dan manusia yang terdapat pada otot dan hati. Glikogen dapat diuraikan menjadi molekul tunggal penyusunnya yaitu glukosa. Dekstrin merupakan produk antara hidrolisis pati sebelum menjadi maltosa dan akhirnya menjadi glukosa dan mudah larut serta lebih manis dari pati biasa.

Fungsi Karbohidrat dalam metabolisme tubuh di antaranya:

- a. Sumber energi (4 kkal/gram KH). Energi dari karbohidrat, terutama glukosa, merupakan sumber energi yang cepat digunakan tubuh, sedangkan energi dari lemak dan protein harus mengalami konversi menjadi glukosa.

- b. Menghemat fungsi Protein. Protein memiliki fungsi khusus yang tidak bisa digantikan yaitu sebagai zat pembangun untuk memperbaiki dan menggantikan sel-sel tubuh yang rusak. Jika protein digunakan untuk menghasilkan energi maka fungsi utama protein sebagai pembangun akan terhambat. Sebaliknya, jika karbohidrat tercukupi, maka protein akan digunakan sebagai zat pembangun.
- c. Regulasi Metabolisme Lemak. Keberadaan gula yang tercukupi akan menghindarkan terjadinya ketosis. Ketosis merupakan Proses terbentuk bahan-bahan keton untuk menghasilkan energi dari hasil oksidasi lemak yang tidak sempurna sehingga akan yang dapat memberikan efek tidak nyaman pada tubuh.
- d. Sumber energi utama otak dan susunan saraf pusat.
- e. Komponen penyusun tubuh.
- f. Membantu pengeluaran feses dengan cara mengatur peristaltik usus dan memberi bentuk pada feses.

Protein

Protein terdiri dari rantai panjang asam amino. Ciri khas asam amino yang adalah adanya nitrogen (N), bahkan beberapa asam amino mengandung Sulfur (S), Cobalt (Co), zat besi (Fe), dan Fosfor (P). Asam amino mengandung gugus asam (Karboksil-COOH), gugus basa (Amino-NH₂), gugus radikal (-R), serta satu atom hidrogen (-H).

Gugus R merupakan unsur pembeda antar asam amino, yaitu membedakan dalam hal ukuran, bentuk, muatan, dan aktivitas protein. Protein dapat diklasifikasikan berdasarkan kemampuan tubuh dalam menyintesis, struktur susunan molekul, kelarutan, keterikatan dengan senyawa lain, serta berdasarkan kelengkapan kandungan zat gizi.

Berdasarkan kemampuan tubuh dalam menyintesis, asam amino dikelompokkan menjadi esensial dan non esensial. Esensial berarti dapat disintesis tubuh dan didapatkan dari makanan yang dikonsumsi, sedangkan non-esensial dapat dibuat di dalam tubuh dari pemecahan jaringan yang rusak/ dari kelebihan asam amino esensial.

Tabel 2.1: Klasifikasi Asam Amino Berdasarkan Kemampuan Tubuh Dalam Menyintesis

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

Klasifikasi protein berdasarkan struktur susunan molekul:

1. Protein Fibriler. Protein berbentuk serabut, sulit larut dan tahan terhadap enzim pencernaan. Protein ini terdapat pada kolagen, keratin, myosin, elastin.
2. Protein globular. Protein yang berbentuk bulat, bersifat mudah larut dan mudah terdenaturasi. Contohnya: Albumin, Globulin, Glutelin.

Klasifikasi protein berdasarkan adanya senyawa lain:

1. Nukleoprotein: protein + asam nukleat.
2. Glikoprotein: protein + karbohidrat.
3. Fosfoprotein: protein + fosfat.
4. Lipoprotein: protein + lemak.

Klasifikasi protein berdasarkan kualitas gizi:

1. Protein Tidak Lengkap
Protein tidak mengandung asam amino esensial dalam jenis dan jumlah yang mencukupi, sehingga tidak dapat berfungsi normal.
2. Protein setengah lengkap
Protein ini kekurangan asam amino esensial, namun tetap memiliki fungsi dalam mempertahankan hidup. Karena kurang mengandung asam amino esensial, dalam menjalankan fungsinya protein ini tidak dapat membantu pertumbuhan normal.

3. Protein lengkap

Protein ini mengandung semua asam amino esensial dalam jumlah cukup yang tepat untuk mempertahankan pertumbuhan normal.

Klasifikasi asam amino berdasarkan gugus R:

1. Golongan dengan gugus R netral yaitu leusin, prolin, valin, alanin, isoleusin.
2. Golongan dengan gugus R polar, tetapi tidak bermuatan, terdiri atas glisin, asparagin, serin, treonin, sistein, metionin, glutamine
3. Golongan dengan gugus R bermuatan negatif, terdiri atas asam aspartat dan asam glutamate.
4. Golongan dengan gugus R bermuatan positif, terdiri dari arginin, histidin, lisin.
5. Golongan dengan gugus aromatik yaitu triptofan, fenilalanin, tirosin.

Fungsi Protein dalam metabolisme tubuh di antaranya:

1. Sumber energi (4 kkal/ gram protein).
2. Memperbaiki jaringan tubuh yang rusak karena terpakai (Katabolisme) dan membangun jaringan baru (anabolisme).
3. Membantu pembentukan antibodi, mengurangi risiko terkena penyakit.
4. Berperan dalam transpor zat gizi.
5. Berperan dalam berbagai sekresi tubuh (enzim dan hormon).
6. Mengatur proses osmotik antar/dari berbagai cairan tubuh.
7. Mengatur keseimbangan asam basa dalam darah dan jaringan-jaringan (sifat amfoter protein, sebagai “buffer”).

Lipid

Lipid merupakan molekul yang tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik seperti eter, alkohol, dan kloroform. Di dalam tubuh lipid ada dalam bentuk tunggal seperti lemak dan kolesterol, ataupun terikat seperti fosfolipid, lipoprotein, dan glikolipid.

Berdasarkan komponen penyusunnya, lipid diklasifikasikan sebagai:

1. Lipid sederhana

Lipid sederhana terdiri atas lemak netral, lilin, dan ester sterol. Lemak netral yaitu ester/ikatan asam lemak dengan gliserol. Jumlah asam lemak yang berikatan bisa satu (monogliserida/ monoasilgliserol), dua (digliserida/ diasilgliserol), tiga (trigliserida/ triasilgliserol). Lilin merupakan ester asam lemak rantai panjang dengan alkohol berberat molekul tinggi asam lemak penyusun lilin umumnya merupakan asam lemak jenuh yang padat pada suhu kamar.

2. Lipida Kompleks

Lipid kompleks merupakan gabungan ester gliserol dan asam lemak dengan komponen lain seperti fosfat, karbohidrat, dan protein. Fosfolipid. Fosfolipid merupakan kompleks gliserol dengan 2 asam lemak dan gugus fosfat serta ada penambahan amina. Berperan sebagai emulsifier yang mencampurkan komponen cair dan minyak. fosfolipid merupakan komponen penyusun membran sel yang bersifat permeabel untuk zat gizi.

Glikolipid merupakan kompleks antara gula dengan lipid. Serebrosida dan gangliosida yang merupakan komponen penyusun saraf dan otak. Lipoprotein merupakan kompleks lipid dengan protein. Lipid penyusun lipoprotein terdiri atas trigliserida, asam lemak, kolesterol, dan fosfolipid.

3. Lipida turunan

Lipid turunan dibagi atas Asam lemak dan Steroid. Fungsi lipid dalam metabolisme yaitu:

- a. Sumber energi (9 kkal/ gram lemak).
- b. Penghasil asam lemak esensial, misalnya linoleat dan linolenat.
- c. Pembangun/pembentuk struktur tubuh.
- d. Sebagai insulator dan pelindung bagian tubuh yang penting, berbagai organ tubuh vital seperti jantung, hati, dan ginjal, memerlukan pelindung agar tetap berfungsi dengan baik. Keberadaan lemak yang melapisi dan menyelubungi menjadikan

organ tersebut tetap bertahan pada tempatnya dan terlindungi dari benturan.

- e. Carrier (pembawa) vitamin larut dalam lemak.
- f. sebagai pelumas di antara persendian.
- g. Memberi cita rasa pada makanan.
- h. Penghemat protein, adanya sumber energi dari lemak maka penggunaan energi dari protein dapat dihambat sehingga protein dapat menjalankan fungsi utamanya sebagai zat pembangun.
- i. Memelihara suhu tubuh, lapisan lemak akan mengisolasi tubuh dan mencegah kehilangan panas.

2.2.2 Zat Gizi Mikro

Zat gizi mikro merupakan zat yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah kecil yaitu kurang dari 100 mg per hari. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil zat gizi mikro tetap memiliki fungsi yang sangat signifikan bagi tubuh. Zat-zat yang termasuk kelompok gizi mikro tersebut adalah berbagai jenis vitamin dan mineral.

Vitamin Larut Lemak

1. Vitamin A

Vitamin A dapat aktif dalam berbagai bentuk yaitu vitamin A bentuk alkohol (retinol), bentuk ester (ester retinil), bentuk aldehid (retinal atau retinaldehid), dan bentuk asam (asam retinoat).

Fungsi vitamin A di antaranya:

- a. Membantu menjaga kesehatan mata/ penglihatan.
- b. Membantu diferensiasi sel, memelihara kesehatan jaringan epitel dan kulit.
- c. Membantu menjaga sistem imun tubuh.
- d. Membantu pertumbuhan (pertumbuhan tulang).

Sumber vitamin A seperti hati, mentega, minyak hati ikan, susu dan telur, wortel, ubi jalar, bayam, tomat, semangka, daun ubi kayu. Meskipun vitamin A bermanfaat untuk metabolisme tubuh, namun konsumsi vitamin A yang berlebih/hipervitaminosis A akibat mengonsumsi 75.000-500.000 SI (sekitar 45-300 mg β -karoten) setiap hari selama beberapa bulan dapat

mengakibatkan keracunan yang ditandai dengan pembengkakan pada kaki dan pergelangan kaki, sakit bahu dan pergelangan, kaki, kelelahan, dan penurunan berat badan.

2. Vitamin D

Vitamin D merupakan sterol yang mengandung gugus alkohol dan pada dasarnya dapat disintesis dalam tubuh dengan adanya sinar ultraviolet. Terdapat 2 jenis vitamin D yang penting, yaitu vitamin D₂ (ergokalsiferol) yang banyak terdapat pada pangan nabati dan vitamin D₃ (kolekalsiferol) yang banyak terdapat pada pangan hewani. Vitamin D₃ dapat juga diubah menjadi bentuk lain yang lebih aktif, yaitu kalsitriol yang dibuat di dalam ginjal. Kalsitriol meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfor di dalam usus dan mobilisasi keduanya di tulang.

Fungsi vitamin D di antaranya:

- a. Sebagai hormon.
- b. Senyawa penyusun dan pemelihara organ tulang.
- c. Membantu proses mineralisasi tulang agar berlangsung normal.
- d. Membantu absorpsi kalsium dan fosfor agar tersedia dalam darah untuk didepositkan pada proses mineralisasi tulang.

Konsumsi vitamin D yang berlebihan yaitu akan menyebabkan absorpsi kalsium yang berlebihan sehingga terjadi pengendapan kalsium yang berlebihan (hiperkalsemia) pada tulang dan jaringan lunak tubuh lainnya seperti pembuluh darah, jantung, ginjal, dan paru-paru.

3. Vitamin E

Vitamin E ada 4 bentuk yaitu α -, β -, γ -, dan δ tokoferol. Keaktifan keempat bentuk tokoferol tersebut berbeda-beda di mana bentuk alfa memiliki tingkat keaktifan vitamin E paling tinggi.

Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan yaitu:

- a. Sebagai pelindung dan pengatur komponen sel dan membran dari oksidasi, reaksi oksidasi, PUFA dan vitamin A dari oksidasi, paru-paru dari polusi udara, sel darah merah dan putih dan memelihara fungsi imun tubuh.

- b. Berperan dalam “performance fisik”, menyembuhkan disfungsi seksual pria, menghambat penuaan.

Toksisitas vitamin E akibat konsumsi berlebihan yaitu gangguan dalam saluran pencernaan dan dapat meningkatkan efek anti koagulan yang mencegah penggumpalan darah.

4. Vitamin K

Terdapat dalam dua bentuk, vitamin K1 (filokinon) dan vitamin K2 (menakinon). Vitamin K bersifat tahan panas, namun mudah rusak oleh radiasi cahaya, asam, dan alkali. Vitamin K berfungsi untuk proses pembekuan darah sehingga dapat mencegah terjadinya perdarahan, terutama pada saat proses operasi. Vitamin K merupakan kofaktor enzim karboksilase yang diperlukan dalam sintesis protrombin. Protrombin setelah diubah menjadi trombin dapat mengubah fibrinogen menjadi fibrin yang bersifat membeku sehingga dapat membekukan darah.

Vitamin Larut Air

1. Vitamin C

Vitamin C ada dalam dua bentuk, yaitu L-askorbat (bentuk tereduksi) dan L-asam dehidro askorbat (bentuk teroksidasi). Bentuk vitamin C tereduksi lebih aktif dibandingkan dengan bentuk teroksidasi. Vitamin C umumnya berasal dari sayuran dan buah-buahan seperti jeruk, tomat nanas, rambutan, dan pepaya. Kandungan vitamin C juga tinggi pada daun katuk dan daun pepaya.

Vitamin C berfungsi untuk:

- a. Antioksidan (mencegah/menghambat oksidasi pada senyawa lain sehingga terhindar dari kerusakan).
- b. Pembentukan kolagen. Struktur protein serabut yang berfungsi sebagai jaringan penghubung/ perekat; (penyembuhan luka, struktur dinding arteri untuk fungsi kontraksi).
- c. Mengatasi stres.
- d. Absorpsi dan metabolisme besi.

- e. Absorpsi kalsium, vitamin C membantu proses penyerapan kalsium dengan menjaga supaya kalsium tetap berada dalam bentuk larutan.

2. Vitamin B

Vitamin B banyak berperan sebagai koenzim ataupun kofaktor yang diperlukan dalam proses metabolisme sel.

- a. Tiamin (Vitamin B1) berperan dalam proses dalam sel saraf dan jaringan yang berhubungan dan jaringan otot.
- b. Vitamin B2 (Riboflavin) Bagian coenzyme *Flavin Mononucleotide* (FMN) dan *Flavin Adenine Dinucleotide* (FAD).
- c. Vitamin B3 (Niacin) berperan sebagai bagian coenzyme *Nicotinamide Adenine Dinucleotide* (NAD) dan *Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate* (NADP); Berperan dalam reaksi metabolisme glukosa dan lemak.
- d. Vitamin B7 (Biotin) sebagai coenzyme yang berperan dalam gluconeogenesis, sintesis asam lemak, penguraian asam lemak dan asam amino tertentu.

Mineral Makro

1. Natrium, Kalium dan Klor

Berfungsi untuk:

- a. Menjaga keseimbangan dan distribusi cairan agar tetap normal.
- b. Menjaga keseimbangan tekanan osmotik.
- c. Menjaga keseimbangan asam basa (ph).
- d. Menjaga iritabilitas otot.
- e. Klor merupakan komponen pada asam klorida dalam cairan getah lambung, klor berfungsi menjaga keasaman lambung dan membantu proses pencernaan.
- f. Kalium berfungsi mengaktifasi enzim dalam penggunaan asam amino untuk pembentukan protein baru.
- g. Natrium dan kalium bekerja sama dengan kalsium mengatur kontraksi otot dan iritabilitas saraf.

2. Kalsium

Kalsium berfungsi untuk membangun tulang dan gigi, mengatur proses-proses tubuh dalam darah dan jaringan, penggumpalan darah.

3. Fosfor

Fosfor berfungsi untuk:

- a. pembentukan nukleoprotein; nucleoprotein menyusun bahan-bahan nukleus dari sel-sel dan cotoplasma, berfungsi dalam pembelahan sel, reproduksi dan pemindahan ciri-ciri yang turun menurun.
- b. Berperan dalam senyawa pada waktu metabolisme KH, dan membentuk ATP, ADP (senyawa kaya energi).
- c. Memelihara pH.
- d. Mengatur keseimbangan asam basa.
- e. Menyimpan dan mengirim energi dan sintesa nukleotida.
- f. Mengatur pelepasan energi selama pembakaran atau oksidasi karbohidrat.
- g. Memfasilitasi penyerapan dan transportasi zat gizi.

4. Sulfur

Sulfur berfungsi untuk:

- a. Mengaktivasi enzim tertentu.
- b. Mengonversi karbohidrat, protein, lemak menjadi energi (unsur dari vitamin B, biotin, asam panthotenat).
- c. Mengatur gula darah (unsur insulin).
- d. Mengatur pembekuan darah.
- e. Komponen kolagen (protein dalam jaringan penghubung yang mengikat antar sel).
- f. Unsur dari tulang dan gigi.
- g. Pembentukan asam empedu untuk pencernaan dan absorpsi lemak.

Mineral Mikro

1. Besi

Besi berfungsi sebagai:

- a. pembawa O₂ dan CO₂.

- b. Pembentukan darah.
 - c. Katalis reaksi beta karoten menjadi vitamin A.
 - d. Sintesa purin (bagian integral asam nukleat, RNA dan DNA).
 - e. Detoksifikasi racun di hati.
 - f. Penghilangan lipid dari darah.
 - g. Sintesa kolagen.
 - h. Pembentukan hemoglobin (hb) yaitu protein yang bertugas mengangkut oksigen ke sel-sel tubuh.
 - i. Pembentukan myoglobin protein yang membantu agar oksigen tersedia untuk kontraksi otot.
 - j. Membantu tugas protein rantai transfer elektron sebagai bagian proses metabolisme
2. Seng
- Seng berfungsi untuk:
- a. Unsur vital untuk sintesis DNA dan RNA.
 - b. Pembentukan jaringan mata.
 - c. Pembentukan sel darah putih dalam sistem kekebalan tubuh.
 - d. Fungsi lambung, kesehatan kulit, pertumbuhan dan fungsi sistem reproduksi.
 - e. Pertumbuhan janin dan sistem saraf pusat.
 - f. Membantu dalam aktivitas fungsi kekebalan tubuh.
 - g. Membantu peran hormon insulin di pankreas.
 - h. Membantu metabolisme karbohidrat.
 - i. Membantu penyusunan pertumbuhan sel/jaringan).
 - j. Berperan dalam penyembuhan luka.
 - k. Pembentukan sperma.
 - l. Pertumbuhan normal janin.
 - m. Sintesis hormon tiroid.
3. Yodium
- Yodium diperlukan untuk:
- a. Pengaturan suhu tubuh, sintesa protein dan reproduksi.
 - b. Membantu pertumbuhan dan perkembangan sistem saraf serta fungsi neuromuscular.

- c. Dengan hormon-hormon tiroid, yodium berfungsi dalam laju pelepasan energi selama metabolisme basal (bmr), laju penggunaan oksigen oleh sel, pertumbuhan linier, pembentukan panas tubuh.

Bab 3

Metabolisme Zat Gizi

3.1 Pendahuluan

Selama beberapa dekade terakhir, banyak yurisdiksi di seluruh dunia telah menyaksikan peningkatan prevalensi sindrom metabolik yang didapat, khususnya obesitas, diabetes, penyakit hati berlemak dan penyakit kardiovaskular. Dalam beberapa tahun terakhir, tren kenaikan terutama mencolok di negara berkembang di mana perubahan pola makan dan gaya hidup mengiringi modernisasi.

Untuk mengatasi peningkatan komplikasi kesehatan masyarakat yang disebabkan oleh perubahan praktik gizi, organisasi kesehatan telah memberikan rekomendasi diet. Sementara intervensi sebelumnya yang dirancang untuk mengatasi kasus defisiensi nutrisi tunggal telah mencapai indikator keberhasilan yang jelas, uji coba intervensi yang menargetkan satu kelas nutrisi untuk mengelola munculnya penyakit metabolik pada populasi umum belum memberikan hasil yang pasti (Chen et al, 2018).

Semakin disadari bahwa analisis komprehensif tentang apa yang dikonsumsi bersama dengan pola makan, daripada berfokus pada nutrisi tunggal, mungkin lebih informatif dalam merumuskan rekomendasi diet yang efektif. Kemajuan terbaru dalam analisis tinggi telah membantu dalam pemahaman yang lebih

baik tentang metabolisme dan mengungkapkan peran aktif nutrisi dan metabolitnya dalam mengatur ekspresi gen dan fungsi seluler.

Nutrisi dan metabolitnya tidak hanya berfungsi sebagai blok bangunan struktur seluler dan sebagai sumber bahan bakar, tetapi juga berfungsi sebagai pengubah langsung fungsi protein, molekul pemberi sinyal yang kuat serta penginduksi dan penekan ekspresi gen. Banyak dari mereka berpartisipasi dalam mengatur ekspresi gen dengan secara langsung memodulasi aktivitas faktor transkripsi dan dengan memoderasi perubahan tanda epigenetik dalam genom. Salah satu pandangan yang muncul adalah bahwa homeostasis seluler yang optimal sangat penting untuk menjaga kesehatan dan menghindari penyakit yang disebabkan oleh kekurangan atau kelebihan nutrisi.

Selain itu, faktor intrinsik (misalnya, jenis kelamin, usia, variasi gen), faktor ekstrinsik (misalnya, makanan, xenobiotik, lingkungan) serta interaksi inang/mikrobiota dapat memengaruhi asimilasi, transformasi, dan aksi nutrisi dan non-nutrisi (Chen et al, 2018).

Karbohidrat, lipid, dan protein adalah konstituen utama makanan dan berfungsi sebagai molekul bahan bakar bagi tubuh manusia. Pencernaan (dipecah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil) nutrisi ini di saluran pencernaan dan penyerapan berikutnya (masuk ke dalam aliran darah) dari produk akhir pencernaan memungkinkan jaringan dan sel untuk mengubah energi kimia potensial makanan menjadi pekerjaan yang bermanfaat (Da Poian, 2010).

Produk akhir utama yang diserap dari pencernaan makanan adalah monosakarida, terutama glukosa (dari karbohidrat); monoasilgliserol dan asam lemak rantai panjang (dari lipid); dan peptida kecil dan asam amino (dari protein). Begitu berada di aliran darah, sel-sel yang berbeda dapat memetabolisme nutrisi ini.

Kita telah lama mengetahui bahwa ketiga kelas molekul ini merupakan sumber bahan bakar untuk metabolisme manusia, namun merupakan kesalahpahaman umum (terutama di kalangan mahasiswa) bahwa sel manusia hanya menggunakan glukosa sebagai sumber energi. Informasi yang salah ini mungkin muncul dari cara kebanyakan buku teks menjelaskan metabolisme energi, menekankan glikolisis (jalur metabolisme untuk degradasi glukosa) dan menghilangkan asam lemak atau oksidasi asam amino.

Di sini kita membahas bagaimana tiga nutrisi (karbohidrat, protein, dan lipid) dimetabolisme dalam sel manusia dengan cara yang dapat membantu menghindari pandangan metabolisme yang terlalu disederhanakan ini.

3.2 Tinjauan Sejarah Metabolisme Zat Gizi

Selama abad kedelapan belas, studi awal, yang dikembangkan oleh Joseph Black, Joseph Priestley, Carl Wilhelm Scheele, dan Antoine Lavoisier, memainkan peran khusus dalam mengidentifikasi dua gas, oksigen dan karbon dioksida, yang merupakan pusat metabolisme energi. Lavoisier, bangsawan Prancis yang memiliki gelar "Bapak Kimia Modern", mengkarakterisasi komposisi udara yang kita hirup dan melakukan eksperimen pertama tentang konservasi energi dan transformasi dalam organisme.

Salah satu pertanyaan utama Lavoisier saat ini adalah: Bagaimana peran oksigen dalam pembakaran berhubungan dengan proses respirasi pada organisme hidup? Menggunakan kalorimeter untuk melakukan pengukuran kuantitatif dengan kelinci percobaan dan kemudian dengan dirinya sendiri dan asistennya, ia menunjukkan bahwa respirasi adalah bentuk pembakaran yang lambat.

Berdasarkan konsep bahwa oksigen membakar karbon dalam makanan, Lavoisier menunjukkan bahwa udara yang dihirup mengandung karbon dioksida, yang terbentuk dari reaksi antara oksigen (ada di udara) dan molekul organik di dalam organisme. Lavoisier juga mengamati bahwa panas terus menerus diproduksi oleh tubuh selama respirasi (Da Poian, 2010).

Saat itulah, di pertengahan abad kesembilan belas, Justus Liebig melakukan penelitian pada hewan dan mengakui bahwa protein, karbohidrat, dan lemak dioksidasi dalam tubuh. Akhirnya, kontribusi perintis untuk metabolisme dan nutrisi datang dari studi anak didik Liebig, Carl von Voit, dan muridnya yang berbakat, Max Rubner. Voit menunjukkan bahwa konsumsi oksigen adalah hasil metabolisme sel, sementara Rubner mengukur nilai energi utama dari makanan tertentu untuk menghitung nilai kalori yang masih digunakan sampai sekarang. Misalnya, karbohidrat dan protein menghasilkan sekitar 4 kkal/g energi, sedangkan lipid dapat menghasilkan hingga 9 kkal/g (Da Poian, 2010).

Pengamatan Rubner membuktikan bahwa, untuk hewan yang sedang beristirahat, produksi panas setara dengan penghilangan panas, membenarkan bahwa hukum kekekalan energi, yang tersirat dalam eksperimen awal Lavoisier, juga berlaku untuk organisme hidup. Oleh karena itu, yang memungkinkan kehidupan adalah transformasi energi kimia potensial molekul bahan bakar melalui serangkaian reaksi di dalam sel, yang dimungkinkan oleh oksigen, menjadi bentuk energi kimia, energi gerak, energi kinetik, dan energi panas lainnya (Chen et al, 2018).

Selama beberapa dekade terakhir, studi tentang metabolisme dan nutrisi secara bertahap meningkat dalam lingkup misinya untuk menemukan cara mengurangi kelaparan dan meningkatkan status gizi dan kesehatan. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang metabolisme sel dan seluruh tubuh, menjadi jelas bahwa nutrisi yang optimal bukan hanya kasus kecukupan energi tetapi juga keragaman nutrisi.

Untuk mengatasi gangguan metabolisme rumit yang berasal dari nutrisi berlebih dan nutrisi sub optimal perlu untuk menerapkan pendekatan multicabang menggunakan berbagai sistem eksperimental yang ditargetkan pada berbagai tingkat organisasi biologis. Hewan dan manusia tidak memiliki kebutuhan nutrisi yang sama, tetapi model hewan tetap sangat diperlukan dalam menjelaskan proses yang terlibat dalam metabolisme nutrisi.

Teknologi gangguan gen transgenik dan target yang diterapkan pada tikus telah berkontribusi besar untuk memahami peran gen spesifik dan polimorfisme terkaitnya dalam menentukan efisiensi metabolisme nutrisi. Dimungkinkan untuk merekapitulasi penyakit metabolisme manusia dalam model ini, serta memungkinkan studi gen manusia *in vivo*. Munculnya pengeditan gen yang dimediasi CRISPR/Cas9 baru-baru ini akan semakin menyederhanakan pembuatan model hewan baru. Dengan kesadaran yang lebih baik dari dampak perbedaan jenis kelamin, studi masa depan dapat dirancang untuk mengumpulkan informasi dari kedua jenis kelamin sehubungan dengan tanggapan terhadap intervensi gizi tertentu.

Model kultur sel telah berfungsi sebagai platform yang berguna untuk menjelaskan mekanisme molekuler yang mendasari metabolisme nutrisi. Penggunaan sel dari hewan percobaan dan donor manusia juga dapat menyoroti perbedaan spesifik spesies yang berdampak pada nutrisi. Model-model ini dapat membantu memberikan wawasan tentang data deskriptif yang dihasilkan oleh uji coba intervensi manusia.

Penting untuk secara ketat merancang uji coba intervensi ini sehingga studi ini menghasilkan data berkualitas tinggi yang diperlukan untuk interpretasi yang andal. Teknologi omics (genomik, transkriptomik, proteomik, dan metabolomik) menyediakan sumber informasi deskriptif yang beragam dan kaya yang diperlukan untuk pengawasan rinci metabolisme nutrisi pada manusia dan model eksperimental.

Untungnya, suite alat bioinformatika matang dan kekuatan komputasi yang diperlukan sekarang tersedia untuk menguraikan data ini dan menyimpulkan hubungan antara genom, proses metabolisme, dan fungsi seluler yang relevan dengan kesehatan dan penyakit. Strategi terkoordinasi mungkin berguna dalam mengintegrasikan informasi mekanistik dan deskriptif yang diambil dari berbagai sumber untuk menghasilkan pengetahuan yang pada akhirnya dapat digunakan untuk merumuskan rekomendasi yang berguna untuk nutrisi dan kesehatan manusia yang optimal (Chen et al, 2018).

3.3 Konservasi Energi: Mekanisme Sintesis ATP

Metabolisme energi adalah proses umum di mana sel-sel hidup memperoleh dan menggunakan energi yang dibutuhkan untuk tetap hidup, tumbuh, dan bereproduksi. Bagaimana energi dilepaskan saat memutuskan ikatan kimia molekul nutrisi yang ditangkap untuk kegunaan lain oleh sel? Jawabannya terletak pada penggabungan antara oksidasi nutrisi dan sintesis senyawa berenergi tinggi, khususnya ATP, yang bekerja sebagai pembawa energi kimia utama di semua sel.

Ada dua mekanisme sintesis ATP (Da Poian, 2010):

1. Fosforilasi oksidatif, proses di mana ATP disintesis dari ADP dan fosfat anorganik (Pi) yang berlangsung di mitokondria; dan
2. Fosforilasi tingkat substrat, di mana ATP disintesis melalui transfer gugus fosforil berenergi tinggi dari senyawa berenergi tinggi ke ADP.

Yang terakhir terjadi di mitokondria, selama siklus asam trikarboksilat (TCA), dan di sitoplasma, selama glikolisis. Pada bagian selanjutnya, akan berfokus pada fosforilasi oksidatif, mekanisme utama sintesis ATP di sebagian besar sel

manusia. Kemudian kami mengomentari jalur metabolisme di mana tiga kelas molekul nutrisi terdegradasi.

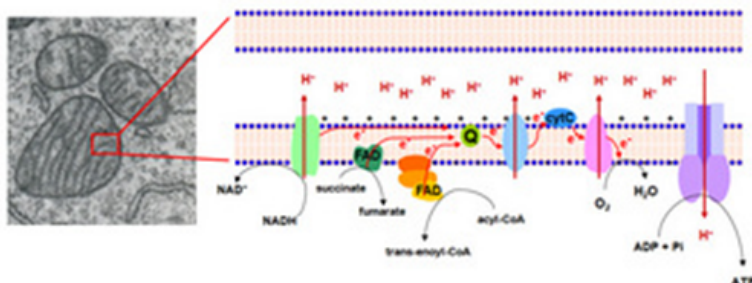
Fosforilasi Oksidatif: Mekanisme Utama Sintesis ATP di Sebagian Besar Sel Manusia

Reaksi metabolisme adalah proses transduksi energi di mana reaksi oksidasi-reduksi sangat penting untuk sintesis ATP. Dalam reaksi ini, elektron yang dikeluarkan oleh oksidasi molekul bahan bakar ditransfer ke dua koenzim pembawa elektron utama, *Nicotinamide Adenine Dinucleotide* (NAD⁺) dan *Flavin Adenine Dinucleotide* (FAD), yang diubah menjadi bentuk tereduksinya, NADH dan FADH₂. Fosforilasi oksidatif tergantung pada transpor elektron dari NADH atau FADH₂ ke O₂, membentuk H₂O (Da Poian, 2010).

Elektron "diangkut" melalui sejumlah kompleks protein yang terletak di membran mitokondria bagian dalam, yang mengandung gugus kimia yang melekat (flavin, gugus besi-sulfur, heme, dan ion kooperatif) yang mampu menerima atau menyumbangkan satu atau lebih elektron. Kompleks protein ini, yang dikenal sebagai sistem transfer elektron (ETS), memungkinkan distribusi energi bebas antara koenzim tereduksi dan O₂ dan konservasi energi yang lebih efisien.

Elektron ditransfer dari NADH ke O₂ melalui tiga kompleks protein: NADH dehidrogenase, sitokrom reduktase, dan sitokrom oksidase. Transpor elektron antar kompleks terjadi melalui pembawa elektron bergerak lainnya, ubiquinon dan sitokrom c. FAD terkait dengan enzim suksinat dehidrogenase dari siklus TCA dan enzim lain, asil-KoA dehidrogenase dari jalur oksidasi asam lemak. Selama reaksi yang dikatalisis oleh enzim ini, FAD direduksi menjadi FADH₂, yang elektronnya kemudian ditransfer ke O₂ melalui sitokrom reduktase dan sitokrom oksidase, seperti yang dijelaskan untuk elektron NADH dehidrogenase (Da Poian, 2010).

Transfer elektron melalui komponen ETS dikaitkan dengan pemompaan proton (H⁺) dari matriks mitokondria ke ruang *intermembran mitokondria*. Pengamatan ini mengarahkan Peter Mitchell, pada tahun 1961, untuk mengajukan hipotesis kemiosmotik revolusionernya. Dalam hipotesis ini, Mitchell mengusulkan bahwa pemompaan H⁺ menghasilkan apa yang disebutnya gaya gerak proton, kombinasi gradien pH melintasi membran mitokondria bagian dalam dan potensial listrik transmembran, yang mendorong sintesis ATP dari ADP dan Pi.



Gambar 3.1: Sistem Transpor Elektron (ETS) Di Membran Mitokondria Bagian Dalam (Da Poian, 2010).

ATP disintesis oleh kompleks ATP sintase, melalui mana proton H⁺ kembali ke matriks mitokondria. Paul Boyer pertama kali menjelaskan mekanisme katalitik ATP sintase dan menunjukkan bahwa masukan energi dari gradien H⁺ digunakan untuk pelepasan ATP dari situs katalitik, dan bahwa tiga situs aktif enzim bekerja secara kooperatif sedemikian rupa sehingga ATP dari satu situs tidak dapat dirilis kecuali ADP dan Pi tersedia untuk diikat ke situs lain.

Oksidasi Karbohidrat, Protein, dan Lemak Menyatu Pada Siklus Asam Trikarboksilat

Interkonversi energi antara koenzim tereduksi dan O₂ mengarahkan sintesis ATP, tetapi bagaimana (dan di mana) NADH dan FADH₂ direduksi?

Dalam respirasi aerobik atau aerobiosis, semua produk degradasi nutrisi menyatu ke jalur sentral dalam metabolisme, siklus TCA. Pada jalur ini, gugus asetil dari asetil-KoA yang dihasilkan dari katabolisme glukosa, asam lemak, dan beberapa asam amino dioksidasi sempurna menjadi CO₂ dengan reduksi bersamaan dengan koenzim pengangkut elektron (NADH dan FADH₂). Terdiri dari delapan reaksi, siklus dimulai dengan kondensasi asetil-KoA dan oksaloasetat untuk menghasilkan sitrat (Da Poian, 2010).

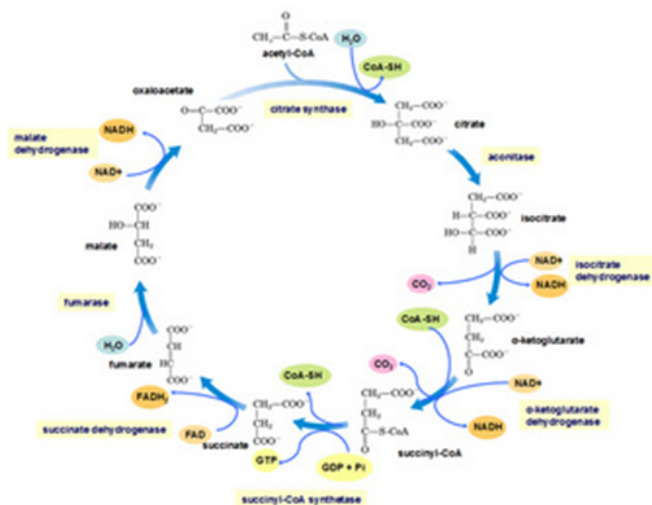
Tujuh reaksi berikutnya meregenerasi oksaloasetat dan mencakup empat reaksi oksidasi di mana energi dilestarikan dengan reduksi koenzim NAD⁺ dan FAD menjadi NADH dan FADH₂, yang elektronnya kemudian akan ditransfer ke O₂ melalui ETS. Selain itu, molekul GTP atau ATP dibentuk secara langsung sebagai contoh fosforilasi tingkat substrat. Dalam hal ini, hidrolisis ikatan

tioester suksinil-KoA dengan fosforilasi enzim bersamaan digabungkan dengan transfer gugus fosfat yang terikat enzim ke GDP atau ADP.

Yang penting, meskipun O_2 tidak berpartisipasi secara langsung dalam jalur ini, siklus TCA hanya beroperasi dalam kondisi aerobik karena NAD^+ dan FAD yang teroksidasi diregenerasi hanya di ETS. Yang juga perlu diperhatikan adalah bahwa zat antara siklus TCA juga dapat digunakan sebagai prekursor dari berbagai proses biosintetik.

Siklus TCA juga dikenal sebagai siklus Krebs, dinamai menurut penemunya, Sir Hans Krebs. Krebs mendasarkan konsepsinya tentang siklus ini pada empat pengamatan utama yang dilakukan pada tahun 1930-an. Yang pertama adalah penemuan pada tahun 1935 urutan reaksi dari suksinat menjadi fumarat ke malat menjadi oksaloasetat oleh Albert Szent-Gyorgyi, yang menunjukkan bahwa asam dikarboksilat yang ada dalam jaringan hewan merangsang konsumsi O_2 .

Yang kedua adalah penemuan urutan dari sitrat ke -ketoglutarat hingga suksinat, pada tahun 1937, oleh Carl Martius dan Franz Knoop. Berikutnya adalah pengamatan oleh Krebs sendiri, yang bekerja pada kultur irisan otot, bahwa penambahan asam trikarboksilat bahkan dalam konsentrasi yang sangat rendah mendorong oksidasi piruvat dalam jumlah yang jauh lebih tinggi, menunjukkan efek katalitik dari senyawa ini (Da Poian, 2010).



Gambar 3.2: Reaksi Siklus Asam Trikarboksilat (Da Poian, 2010).

Dan yang keempat adalah pengamatan Krebs bahwa malonat, menghambat suksinat dehidrogenase, benar-benar menghentikan oksidasi piruvat dengan penambahan asam trikarboksilat dan bahwa penambahan oksaloasetat dalam media dalam kondisi ini menghasilkan sitrat, yang terakumulasi, sehingga secara elegan menunjukkan siklus sifat jalur.

3.4 Jalur Untuk Degradasi Nutrisi yang Menyatu ke Siklus TCA

Glikolisis

Glikolisis adalah jalur di mana satu molekul glukosa didegradasi menjadi dua molekul piruvat. Menariknya, selama fase awal, energi dikonsumsi karena dua molekul ATP digunakan untuk mengaktifkan glukosa dan fruktosa-6-fosfat. Bagian dari energi yang berasal dari pemecahan ikatan fosfoanhidrida ATP disimpan dalam pembentukan ikatan fosfat-ester dalam glukosa-6-fosfat dan fruktosa-1,6-bisfosfat.

Pada bagian kedua glikolisis, sebagian besar energi bebas yang diperoleh dari oksidasi gugus aldehida gliseraldehid 3-fosfat (G3P) disimpan dalam gugus asil-fosfat 1,3-bisfosfoglisarat (1,3-BPG), yang mengandung energi bebas yang tinggi. Kemudian, bagian dari energi potensial 1,3BPG, yang dilepaskan selama konversinya menjadi 3-fosfoglisarat, digabungkan dengan fosforilasi ADP menjadi ATP.

Reaksi kedua di mana sintesis ATP terjadi adalah konversi fosfoenolpiruvat (PEP) menjadi piruvat. PEP adalah senyawa berenergi tinggi karena ikatan fosfat-esternya, dan oleh karena itu reaksi konversi PEP menjadi piruvat digabungkan dengan fosforilasi ADP. Mekanisme sintesis ATP ini disebut fosforilasi tingkat substrat.

Untuk oksidasi lengkap, molekul piruvat yang dihasilkan dalam glikolisis diangkut ke matriks mitokondria untuk diubah menjadi asetil-KoA dalam reaksi yang dikatalisis oleh kompleks multi enzim piruvat dehidrogenase. Ketika Krebs mengusulkan siklus TCA pada tahun 1937, dia berpikir bahwa sitrat disintesis dari oksaloasetat dan piruvat (atau turunannya).

Hanya setelah penemuan koenzim A oleh Lipmann pada tahun 1945 dan penelitian selanjutnya dari R. Stern, S. Ochoa, dan F. Lynen, menjadi jelas bahwa molekul asetil-KoA menyumbangkan gugus asetilnya ke oksaloasetat. Sampai saat ini, siklus TCA dilihat sebagai jalur oksidasi karbohidrat saja. Sebagian besar buku teks sekolah menengah mencerminkan periode pengetahuan biokimia ini dan tidak menekankan bagaimana jalur degradasi lipid dan asam amino bertemu pada siklus TCA (Da Poian, 2010).

Jalur Oksidasi Asam Lemak Berpotongan Dengan Siklus TCA

Pada tahun 1904, Knoop, dalam sebuah eksperimen klasik, dengan tegas menunjukkan bahwa oksidasi asam lemak adalah proses di mana unit dua karbon secara progresif dihilangkan dari molekul asam lemak ujung karboksil. Proses ini terdiri dari empat reaksi dan menghasilkan asetil-KoA dan molekul asil-KoA yang diperpendek oleh dua karbon, dengan reduksi FAD secara bersamaan oleh enzim asil-KoA dehidrogenase dan NAD⁺ oleh -hidroksiasil-KoA dehidrogenase.

Jalur ini dikenal sebagai -oksidasi karena atom karbon dioksidasi sebelum ikatan antara karbon dan terputus. Keempat langkah -oksidasi terus menerus diulang sampai asil-KoA teroksidasi seluruhnya menjadi asetil-KoA, yang kemudian memasuki siklus TCA. Pada 1950-an, serangkaian percobaan memverifikasi bahwa atom karbon asam lemak adalah atom yang sama yang muncul dalam asam siklus TCA (Da Poian, 2010).

Transaminasi/Deaminasi Asam Amino Berkontribusi Pada Siklus TCA

Dua hal yang harus diperhatikan mengenai penggunaan asam amino sebagai bahan bakar dalam metabolisme energi. Yang pertama adalah adanya nitrogen dalam komposisi asam amino, yang harus dihilangkan sebelum asam amino menjadi berguna secara metabolik. Yang lainnya adalah bahwa setidaknya ada dua puluh asam amino yang berbeda, yang masing-masing membutuhkan jalur degradasi yang berbeda.

Untuk tujuan kita di sini, penting untuk menyebutkan dua jenis reaksi yang melibatkan asam amino: transaminasi dan deaminasi. Pada jenis reaksi pertama, enzim aminotransferase mengubah asam amino menjadi asam -ketonya masing-masing dengan mentransfer gugus amino dari satu asam amino ke asam -keto. Reaksi ini memungkinkan asam amino untuk diubah. Jenis reaksi kedua, deaminasi, menghilangkan gugus amino dari asam amino dalam bentuk amonia.

Di hati, deaminasi oksidatif glutamat menghasilkan -keto-glutarat (perantara siklus TCA) dan amonia, yang diubah menjadi urea dan diekskresikan. Reaksi deaminasi di organ lain membentuk amonia yang umumnya dimasukkan ke dalam glutamat untuk menghasilkan glutamin, yang merupakan pengangkut utama gugus amino dalam darah.

Oleh karena itu, semua asam amino melalui reaksi transaminasi/deaminasi dapat diubah menjadi intermediat siklus TCA, secara langsung atau melalui konversi menjadi piruvat atau asetil-KoA (Da Poian, 2010).

Bab 4

Nilai Gizi Bahan Pangan

4.1 Pendahuluan

Komponen gizi yang paling banyak terbagi menjadi lima kelompok: Karbohidrat, Protein, Lemak, Vitamin dan Mineral. Zat-zat tersebut berperan penting dalam fungsi metabolisme sehingga zat-zat tersebut sering juga disebut sebagai zat esensial. Selain memperhatikan komponen kelima nutrient tersebut, perlu juga memperhatikan kualitas bahan pangan yang akan dikonsumsi. Prinsip kecukupan nutrisi tidak hanya dilihat dari kuantitas atau jumlah makanan yang kita konsumsi karena belum tentu dapat memenuhi kecukupan harian zat gizi mikro maupun zat gizi makro.

Istilah komponen zat gizi yang sering kita ketahui adalah komponen zat gizi mikro dan zat gizi makro. Kandungan zat gizi mikro maupun zat gizi makro di dalam bahan pangan saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Contohnya saja pada produk daging ikan segar. Daging ikan segar tidak hanya mengandung protein saja, tetapi juga ada vitamin, lemak, mineral, serta berbagai macam zat gizi mikro maupun makro.

Klasifikasi Pangan

Untuk mengklasifikasi pangan berdasarkan suatu urutan rasional sederhana dari ribuan pangan, maka harus ditentukan dahulu kriteria klasifikasinya. Klasifikasi yang dimaksudkan dijelaskan dalam penjelasan sebagai berikut:

Klasifikasi berdasarkan asal, teknologi, dan gizi dominan:

1. Pangan vegetal:
 - a. Sistematika: biji-bijian, leguminosa, ganggang, jamur.
 - b. Anatomi: daun, buah, biji, umbi-umbian.
2. Pangan Hewani
 - a. Sistematika: menyusui, burung, ikan.
 - b. Jaringan: otot, hati, susu, telur.
3. Pangan mineral atau sistesis: air, khlor, campuran asam amino, dan trigliserida sintesis.

Klasifikasi lain berdasarkan teknologi adalah sebagai berikut:

1. Segar.
2. Konservasi pengolahan (asap, asin, radiasi, pasteurisasi, dll).
3. Tingkat persiapan pengolahan, siap dikonsumsi, dibersihkan, pra pemanasan, dan komposisi.
4. Nilai gizi, pangan sumber lemak, protein, gula, dll.
5. Nilai gastronomi, manfaat untuk Kesehatan, dan harga.

4.2 Bahan Pangan Kelompok I

Daging, ikan, telur merupakan bahan pangan segar yang kaya akan protein, atau bisa disebut juga sebagai sumber protein hewani. Sumber protein ini dapat membantu pertumbuhan, perbaikan sel tubuh, serta stimulasi dalam kondisi yang kurang baik. Produk tersebut berasal dari hewan ternak terutama daging yang menjadi idola di negara-negara industri modern.

Oleh karena itu, tingkat konsumsi produk di atas selalu meningkat setiap tahunnya. Produk tersebut dapat menghasilkan cita rasa yang bisa merangsang sekresi sistem pencernaan. Pada proses pencernaan, akan terjadi refleks yang menyebabkan sekresi dan absorb berjalan secara cepat pada lambung.

Salah satu komoditas ikan yang berpotensi besar di Indonesia adalah belut. Menurut Anggraeni (2020), Produk perikanan budidaya memiliki potensi besar bagi eksportir. Beberapa jenis ikan budidaya asli Indonesia juga sudah mulai dikenal dunia internasional, sehingga sangat potensial untuk

dikembangkan lebih lanjut. Belut merupakan salah satu objek budidaya yang banyak diminati masyarakat.

Selain itu, belut (*Monopterus albus*) merupakan barang ekspor yang permintaannya tinggi. Permintaan sidat di beberapa negara Asia sekitar 60 ton per hari, sedangkan permintaan belut olahan di beberapa negara Asia sekitar 3 ton, belum termasuk negara-negara Uni Eropa yang memiliki permintaan 1 ton per hari. Sementara produksi belut Indonesia pada tahun 2017 mencapai 7.731 ton. Permintaan produk belut ekspor berbanding terbalik dengan permintaan pasar domestik di Indonesia.

4.3 Bahan Pangan Kelompok II

Grup ini terdiri dari susu dan hasil olahannya yang mengandung berbagai macam zat gizi, contohnya kalsium, mineral dll. Susu dan produk olahannya dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh, membantu pertumbuhan, serta baik dikonsumsi saat hamil. Beberapa negara menganggap susu dan olahannya merupakan produk yang dikonsumsi oleh orang sakit, contohnya saja negara Amerika Serikat. Sedangkan di Indonesia, susu dianggap sebagai komponen pelengkap 4 sehat 5 sempurna. Sehingga pola konsumsi susu di Indonesia pun masih tergolong rendah.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2019 masyarakat Indonesia mengalami peningkatan konsumsi susu sebesar 0,20 liter/kapita/tahun. Sedangkan tingkat konsumsi susu di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 16,23 liter/kapita/tahun. Menurut (Anggraeni, Hidayat and Amir, 2021) Meski diperkirakan akan meningkat, konsumsi susu masyarakat Indonesia masih rendah dibandingkan konsumsi susu negara-negara Asia Tenggara.

Brunei mengonsumsi 129,1 liter susu per kapita per tahun, Malaysia mengonsumsi 50,9 liter susu per kapita per tahun, Singapura mengonsumsi 6,1 liter susu per kapita per tahun dan Vietnam mengonsumsi 20,1 liter susu per kapita per tahun./per kapita/tahun. Konsumsi susu di Indonesia diperkirakan akan meningkat setiap tahun, namun di Asia Tenggara masih relatif rendah.

Padahal, di Indonesia, upaya peningkatan konsumsi susu telah dilakukan sejak lama, termasuk upaya Prof. Poorwo Sudarmo menciptakan moto "empat sehat, lima sempurna" pada 1950-an. Di mana susu merupakan suplemen makanan

yang kelima. Namun, upaya yang telah dilakukan hingga saat ini untuk meningkatkan konsumsi susu per kapita tampaknya belum membuahkan hasil yang memuaskan.

Tabel 4.1: Persepsi Masyarakat Indonesia Terhadap Konsumsi Susu
(Anggraeni, Hidayat and Amir, 2021)

Indikator Presepsi	Orang Tua dengan Anak 0-14 Tahun	Remaja 15-25 Tahun	Dewasa Usia > 25 Tahun	Rata-rata
Pandangan terhadap susu	65,5%	64%	67,75%	65,5%
Pandangan terhadap konsumsi susu	64%	50,3%	58%	57,43%
Manfaat susu	79,5%	71%	72,5%	74,16%

Susu tidak begitu digemari karena kandungan lemaknya yang cukup tinggi yaitu 42-46%. Sedangkan produk olahan dari susu memiliki kadar lemak yang lebih rendah karena adanya proses pengolahan. Semakin lama proses pengolahan, maka akan semakin rendah pula kadar lemak dari susu. Salah satu produk olahan susu yang populer adalah keju. Keju sendiri memiliki cita rasa yang kuat sehingga memiliki efek stimulan pada nafsu makan para konsumen. Jika keju dipadukan dengan sereal maka keju merupakan kombinasi yang baik karena kaya akan asam amino lisin.

Di Indonesia, susu fermentasi dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu dengan fermentasi laktat, seperti yogurt, dan susu yang difermentasi dengan fermentasi laktat, dan dengan fermentasi laktat dan alkohol, seperti kefir dan koumiss. Komposisi dan komposisi kimia kefir bervariasi antara lain tergantung pada jenis mikroorganisme starter, suhu dan waktu fermentasi, serta bahan baku yang digunakan. Beberapa penelitian telah dilaporkan tentang kefir menggunakan berbagai jenis susu, seperti membuat kefir dari susu sapi dan susu kambing.

Berikut perbedaan nutrisi susu sapi dan kefir susu kambing:

Tabel 4.2: Kualitas Kefir Dengan Jenis Susu Berbeda (Sulmiyati Et Al., 2018)

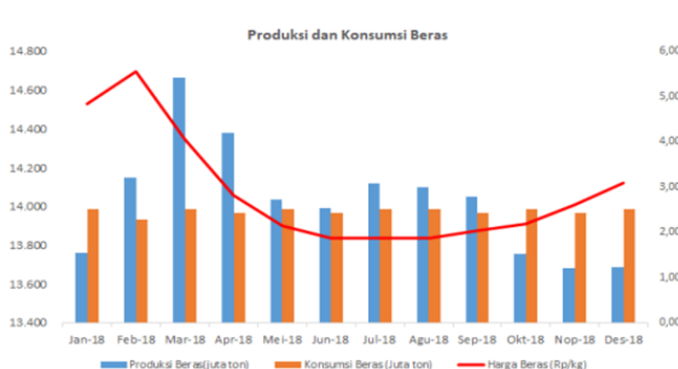
Parameter	Susu Kambing	Susu Sapi
pH	3,89	3,55
Asam Laktat (%)	0,16	0,89
Kadar Etanol (%)	0,72	1,55

4.4 Bahan Pangan Kelompok III

Produk biji-bijian seperti beras, jagung, gandum dan sorgum adalah makanan pokok sebagian besar penduduk dunia, sedangkan berbagai biji-bijian seperti kedelai dan kacang tanah berperan penting dalam memenuhi kebutuhan mereka, permintaan konsumen akan protein dan lemak.

Menurut Broto (2018) Berbagai macam biji-bijian dan kacang-kacangan tumbuh dan berproduksi dengan baik di daerah dengan kondisi iklim yang sangat bervariasi, dari daerah tropis hingga daerah dengan musim dingin yang panjang. Indonesia yang berpenduduk lebih dari 250 juta jiwa membutuhkan pangan yang terbuat dari biji-bijian dan aneka biji-bijian (terutama beras, jagung dan kedelai) dalam jumlah yang cukup besar.

Kementerian Pertanian Republik Indonesia periode 2015-2019 telah memprogramkan upaya peningkatan produksi, produktivitas, dan kualitas produk pangan pokok untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Produksi beras, jagung, dan kedelai negara pada tahun 2015 menduduki peringkat ke-3, 7 dan 13 dunia, harus menghemat baik secara kuantitas maupun kualitas. Artinya makanan yang tersedia harus aman dikonsumsi.



Gambar 4.1: Produksi dan Konsumsi Beras 2018 (BPS, 2018)

Selain padi, jagung juga merupakan salah satu golongan dari sereal. Jagung mengandung serat yang dibutuhkan tubuh (fiber) dengan indeks glikemik (GI) yang relatif rendah dibandingkan dengan nasi yang terbuat dari beras, sehingga nasi jagung direkomendasikan untuk penderita diabetes.

Menurut Suarni dan Muh Yasin (2015) Perkiraan kadar Indeks Glikemik untuk beras/beras adalah 50120 dan untuk jagung 5090, nilai ini sangat relatif, tergantung varietasnya. Ada permasalahan di masyarakat bahwa jagung merupakan makanan sehat bagi sebagian konsumen, bahkan bagi penderita diabetes melitus (DM) dan penyakit jantung, yang dianjurkan untuk diikuti oleh pasien.

Secara medis mengonsumsi nasi jagung sebagai makanan pokok atau snack berbahan dasar jagung. Serat makanan (terutama serat larut) memiliki kemampuan untuk mengurangi konsentrasi kolesterol plasma dengan meningkatkan ekskresi asam empedu melalui feses, yang menyebabkan peningkatan konversi kolesterol darah menjadi asam empedu di hati. Selain itu, serat pangan akan mengikat kolesterol yang disekresikan dalam tinja, sehingga mengurangi penyerapan kolesterol di usus.

Tabel 4.3: Komposisi Kimia Pada Bagian Biji Jagung (Suarni dan Muh Yasin, 2015)

Komponen	Biji Utuh	Endosperma	Lembaga	Kulit Ari	Tip Cap
Protein(%)	3,7	8	18,4	3,7	9,1
Lemak (%)	1	0,8	33,2	1	3,8
Serat kasar (%)	86,7	2,7	8,8	86,7	-
Abu (%)	0,8	0,3	10,5	0,8	1,6
Pati (%)	71,3	87,6	8,3	7,3	5,3
Gula (%)	0,34	0,62	10,8	0,34	1,6

4.5 Bahan Pangan Kelompok IV

Buah merupakan salah satu komoditas unggulan yang memiliki kadar antioksidan dan tinggi. Dibandingkan dengan antioksidan sintetis pada bahan pangan lainnya, antioksidan alami pada buah umumnya lebih aman dikonsumsi dan dapat meningkatkan kesehatan tubuh.

Indonesia merupakan salah satu dari delapan pusat keanekaragaman genetik tanaman buah-buahan di dunia, khususnya buah-buahan tropis yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alami. Buah-buahan tropis adalah sumber antioksidan alami yang memperbaiki kerusakan pada sistem pernapasan dan reproduksi.

Menurut Febrianti, Yunianto and Dhaniaputri (2015) pemberian jus buah pepaya pada mencit percobaan yang terpapar asap rokok menyebabkan

struktur pulmonya kembali normal. Selain itu, jus tomat juga mempunyai efek positif untuk mencegah kerusakan pulmo serta meningkatkan motilitas spermatozoa mencit yang dipaparkan asap rokok karena aktivitas antioksidannya yang tinggi.

Tabel 4.4: Kandungan Asam Askorbat Pada Berbagai Jenis Buah (Febrianti, Yunianto and Dhaniaputri, 2015)

Jenis Buah	Kandungan Asam Askorbat (mg/100 g)
Jeruk	96,8
Pepaya	48,4
Asam Jawa	41,06
Apel	49,57
Jambu	49,86
Mangga	41,06

4.6 Bahan Pangan Kelompok V

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) disebut sebagai komoditas tanaman pangan dikembangkan dan memiliki potensi komersial untuk domestik maupun ekspor. Komoditas kentang merupakan salah satu tanaman penunjang program diversifikasi pangan untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat.

Menurut Prasidi and Mardiyah (2020) kentang adalah bahan makanan, komposisi gizi umbi kentang dianggap cukup baik, mengandung banyak protein berkualitas tinggi, asam amino esensial, mineral dan elemen, di samping sumber vitamin C (asam askorbat) yang baik, beberapa vitamin B (tiamin, niacin, vitamin B6) dan mineral P, Mg dan vitamin K.

Selain komoditas kentang, ubi jalar juga merupakan komoditas yang populer di masyarakat. Menurut (Anggraeni, Sastro Darmanto and Riyadi, 2016) Salah satu bahan selain nasi yang bisa digunakan untuk membuat nasi sejenis adalah ubi jalar.

Nilai produksi ubi jalar Indonesia tahun 2008 sebesar 1.880.977 ton dengan luas panen 17.561 Ha dan hasil 107,75 Ku/Ha. Beberapa peneliti menganggap ubi jalar sebagai tanaman padat nutrisi, kaya akan vitamin (B1, B2, C dan E), mineral (kalsium, kalium, magnesium, dan seng), serat, dan karbohidrat.

Umbi-umbian yang merupakan bagian dari kekayaan hayati Indonesia merupakan bahan pangan lokal yang perlu dilestarikan agar dapat tumbuh dan

dimanfaatkan. Namun selama ini konsumsi umbi-umbian baru mencapai 0 g/kapita/hari, yaitu sekitar 6% dari asupan ideal yang ditetapkan 100 g/orang/hari dalam proyeksi pola makan (PPH)(Ginting, Yulifianti and Jusuf, 2014)

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) sejak dahulu sudah dikenal dan ditanam oleh petani Indonesia. Bahkan di daerah Papua, ubi jalar dijadikan sebagai makanan pokok pengganti nasi. Ditinjau dari komponen gizinya, ubi jalar layak dijadikan sebagai sumber karbohidrat, mineral, vitamin dan serat serta memiliki indeks glikemik rendah hingga sedang.

Kandungan pigmen kuning/oranye dan ungu serta kandungan senyawa fenolik yang menyehatkan karena dapat berperan sebagai antioksidan, juga memberikan tempat yang penting bagi ubi jalar sebagai sayuran pangan fungsional. (Ji et al., 2015)

Tabel 4.5: Kandungan Gizi Ubi Jalar Segar Berdasarkan Warna Umbi

Kandungan Gizi	Ubi Jalar Putih	Ubi Jalar Kuning	Ubi Jalar Ungu
Pati %	28,79	24,47	22,64
Lemak %	0,32	0,11	0,30
Protein %	0,77	0,68	0,94
Air%	62,24	0,49	0,77
Vitamin C	28,68	25	21,43
Viatin A	60	9000	-
Antosianin	-	-	110,51

Bab 5

Pola Konsumsi Pangan

5.1 Pendahuluan

Di masa sekarang definisi terhadap pola konsumsi pangan kian terus berubah secara dinamis. Derasnya urbanisasi juga berdampak pada pola konsumsi pangan dan gaya hidup individu, tidak semuanya positif. Perubahan pola konsumsi pangan, pola pekerjaan dan waktu luang, sering disebut sebagai "transisi nutrisi", berkontribusi sebagai penyebab yang mendasari penyakit tidak menular bahkan di negara-negara miskin.

Selain itu, laju perubahan ini tampaknya semakin cepat, terutama di masyarakat berpenghasilan rendah dan menengah. Perubahan pola konsumsi pangan ini mencerminkan berkembang pemahaman tentang peranan makanan yang berbeda, nutrisi penting, dan komponen makanan lainnya yang ikut andil dalam kesehatan maupun penyakit.

Seperti penyakit tidak menular (PTM) di antaranya penyakit kardiovaskular, diabetes, obesitas, gangguan kognitif, penyakit pernafasan kronis hingga kanker merupakan salah satu penyebab utama kematian di seluruh dunia. Meskipun ada kontribusi dari genetik, namun hal ini berkaitan erat dengan gaya hidup yang diterapkan tiap individu manusia dalam kesehariannya.

Faktor penyebab perubahan pola konsumsi pangan ini selain pengaruh urbanisasi. Tidak terlepas juga pengaruh dari lingkungan, budaya, tren

konsumsi, dan pola konsumsi *fast food*, ditandai dengan tinggi konsumsi kalori, lemak jenuh, daging olahan, tinggi gula, serta produk pangan olahan lainnya yang banyak terkandung *food additive* sehingga berefek kurang ramah terhadap kesehatan jika dikonsumsi berlebihan dan terus menerus. Diperparah dengan kurangnya minat dalam konsumsi sayuran-sayuran, buah-buahan dan biji-bijian yang kaya serat.

Di sisi lain, pandemi yang terjadi saat ini ikut berkontribusi dalam dinamika perubahan pola konsumsi pangan kita. Dampak yang ditimbulkan pun mengarah ke dua sisi yaitu positif dan negatif. Upaya akan pentingnya pola konsumsi pangan sebagai penentu risiko penyakit dan mencegah malnutrisi, WHO membentuk *Global Action Plan* khususnya untuk mencegah dan mengontrol peningkatan penyakit tidak menular. Inisiatif strategi yang diarahkan WHO ialah mengatasi pola konsumsi pangan yang tidak sehat dengan merekomendasikan pola konsumsi pangan sehat yang menyeimbangkan asupan kalori, membatasi lemak jenuh dan lemak trans, memperbanyak asupan buah dan sayur, serta membatasi asupan gula dan garam.

Adapun pola konsumsi pangan yang sehat dapat tercapai dengan gizi seimbang. Gizi seimbang akan terpenuhi jika konsumsi zat gizi makro dalam proporsi yang tepat untuk mendukung kebutuhan energi dan fisiologi tanpa kelebihan asupan serta konsumsi zat gizi mikro dan hidrasi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan fisiologi tubuh.

5.2 Pola Konsumsi Pangan

Pengertian Pola Konsumsi Pangan

Konsumsi pangan merupakan informasi jenis dan jumlah pangan yang dikonsumsi seseorang atau sekelompok orang (baik dalam keluarga atau rumah tangga) pada waktu tertentu. Umumnya, konsumsi energi dan protein menjadi jenis zat gizi yang sering dianalisis. Komponen gizi makro tersebut saat ini menjadi ukuran ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat.

Sedangkan pengertian dari Pola konsumsi pangan menurut Pusat Pengembangan Konsumsi Pangan adalah susunan makanan yang mencakup jenis dan jumlah bahan makanan rata-rata per orang per hari yang umum dikonsumsi atau dimakan penduduk dalam jangka waktu tertentu.

Pola konsumsi pangan memberi gambaran mengenai seberapa besar kecukupan gizi yang telah terpenuhi. Pemenuhan zat gizi pada tiap individu berbeda-beda tergantung dari jenis kelamin, usia, dan aktivitas fisiknya. Apabila zat gizi yang dikonsumsi telah sesuai kebutuhan, maka individu tersebut bisa dikatakan memiliki status gizi yang baik, namun aplikasi pemenuhan zat gizi tidak mudah. Masalah yang berkaitan dengan status gizi terjadi secara fluktuatif pada setiap individu di tiap tahapan siklus kehidupan. Sehingga perlu kesadaran tinggi untuk memenuhi gizi yang dimulai dari diri sendiri dengan sedini mungkin.

Kesadaran pemenuhan gizi dapat diimplementasikan dengan cara menerapkan pola makan seimbang secara kuantitas maupun kualitasnya sesuai dengan kebutuhan gizi tiap individu mulai dari karbohidrat, protein, lemak, vitamin, serta mineral. Terlebih pemenuhan vitamin dan mineral memang harus dimulai sejak dini bahkan ketika masih dalam kandungan. Oleh karena itu, peran keluarga sangat penting dalam mendukung pemenuhan nutrisi terutama vitamin dan mineral dalam tubuh (Kemenkes RI, 2020). Hal ini bertujuan untuk mencapai pola konsumsi pangan sehat yang ideal untuk menjaga kesehatan.

Komponen pola konsumsi pangan sehat yang bermanfaat adalah pola makan yang mengonsumsi makro dan mikronutrien dalam proporsi yang tepat untuk mendukung kebutuhan energi dan fisiologis. Makronutrien adalah komponen gizi seperti karbohidrat, protein dan lemak yang menyediakan energi untuk kebutuhan proses seluler yang diperlukan untuk kebutuhan sehari-hari. Sedangkan yang termasuk dalam mikronutrien adalah vitamin, mineral dan zat fungsional lainnya. Jumlah yang dibutuhkan relatif kecil untuk metabolisme, pertumbuhan, perkembangan, dan fungsi fisiologis.

Faktor yang Memengaruhi Pola Konsumsi Pangan

Pola konsumsi pangan berkembang dari waktu ke waktu, dipengaruhi oleh banyak faktor dan interaksi yang kompleks. Mulai dari pendapatan, harga, keyakinan individu, budaya tradisi, serta geografis, lingkungan, sosial dan ekonomi. Semua faktor berinteraksi secara kompleks untuk membentuk pola konsumsi pangan.

Selain itu, akses ketersediaan pangan juga menjadi faktor krusial dalam pembentukan pola konsumsi pangan. Yang mana ketersediaan pangan sebenarnya dapat bervariasi menurut wilayah, tingkat sosial, ekonomi dan musim.

Perubahan pola konsumsi pangan menjadi ciri adanya transisi nutrisi yang meliputi perubahan kuantitatif dan kualitatif dalam pola makan. Perubahan pola makan yang merugikan ialah terjadinya pergeseran dalam struktur pola makan di mana konsumsi kalori jauh lebih tinggi serta padatnya kandungan lemak dan gula tambahan dalam makanan. Biasa kita dapati pada makanan yang instan dan *fast food*.

Seperti lebih dominan asupan lemak jenuh (kebanyakan dari sumber hewani), pengurangan asupan karbohidrat kompleks dan serat makanan, dan mengurangi buah dan sayuran asupan. Perubahan pola makan ini diperparah oleh perubahan gaya hidup yang mencerminkan berkurangnya aktivitas fisik selama di tempat kerja dan di waktu senggang.

Lebih lanjut, terdapat enam faktor yang memengaruhi pola konsumsi seseorang atau sekelompok masyarakat (Hattas, 2011), di antaranya adalah:

1. Tingkat pendapatan masyarakat

Tingkat pendapatan dapat digunakan untuk dua tujuan yaitu konsumsi dan tabungan. Besar kecilnya pendapatan yang diterima seseorang akan memengaruhi pola konsumsi. Semakin besar tingkat pendapatan seseorang biasanya akan diikuti dengan tingkat konsumsi yang tinggi, sebaliknya tingkat pendapatan yang rendah akan diikuti dengan tingkat konsumsi yang rendah pula.

2. Selera konsumen

Setiap orang memiliki keinginan yang berbeda dan ini akan memengaruhi pola konsumsi. Tiap individu akan cenderung memilih satu jenis barang untuk dikonsumsi dibandingkan jenis barang lainnya

3. Harga barang

Jika harga suatu barang mengalami kenaikan, maka konsumsi barang tersebut akan mengalami penurunan, sebaliknya jika harga suatu barang mengalami penurunan, maka konsumsi barang tersebut akan mengalami kenaikan.

4. Tingkat pendidikan masyarakat

Tinggi rendahnya pendidikan masyarakat akan memengaruhi terhadap perilaku, sikap dan kebutuhan konsumsinya.

5. Jumlah keluarga

Besar kecilnya jumlah keluarga akan memengaruhi pola konsumsinya.

6. Lingkungan

Keadaan sekeliling dan kebiasaan lingkungan akan memengaruhi perilaku konsumsi pangan masyarakat setempat.

Faktor terpenting dalam pola konsumsi pangan adalah harga pangan. Yang mana harga menentukan keputusan masyarakat memilih jenis makanan. Ini dampak dari status ekonomi yang menunjukkan kemampuan untuk memenuhi kebutuhan pangan sehari-hari. Tingginya harga pangan menjadikan daya beli menurun yang berkorelasi pada menurunnya komposisi makanan dan nutrisi yang didapat.

Hal ini dapat dikaitkan dengan adanya penurunan konsumsi makanan sehat berupa sayur dan buah yang disebabkan tidak terjangkau harga bagi masyarakat terutama dengan tingkat ekonomi menengah ke bawah.

5.3 Fenomena Konsumsi Pangan di Masa Pandemi COVID-19

Masifnya penyebaran COVID-19 serta kebijakan yang diterapkan berpengaruh pada berbagai aspek kehidupan, termasuk pola makan. Menjaga pola makan dengan asupan gizi seimbang selama pandemi menjadi sangat krusial guna mendukung sistem daya tahan tubuh dalam melawan virus, bakteri serta organisme penyakit (Kemenkes RI, 2020).

Selain itu, pola makan seimbang dapat berdampak pada tercapainya status gizi yang stabil guna mencapai derajat kesehatan optimal. Kondisi selama pandemi ini menuntut penerapan pola makan sehat, demi mempertahankan sistem imun tubuh yang optimal sebagai benteng perlawanan terhadap penyebaran virus. Sayangnya, dampak pandemi COVID-19 terhadap pola makan tidak hanya mengarah pada perilaku positif tetapi pada perilaku negatif pula (Amaliyah et al., 2021; Mustakim et al., 2021).

Pandemi tidak selalu meningkatkan kesadaran bagi seluruh masyarakat untuk menerapkan perilaku pola konsumsi pangan yang sehat. Kondisi ini dimungkinkan karena aktivitas dan kebiasaan harian yang mengalami perubahan.

Adanya pembatasan aktivitas di luar rumah dan penerapan *work from home* yang menjadi celah meningkatnya perilaku makan berlebihan. Serta adanya waktu senggang di dalam rumah yang berpeluang meningkatkan perilaku makan makanan cemilan ataupun selingan dengan pilihan makanan yang tinggi kalori. Perubahan perilaku makan ke arah negatif dapat mengarah pada risiko kenaikan berat badan dan obesitas sebagai faktor risiko penyakit kronis.

Adanya peningkatan konsumsi makanan selingan selama pandemi COVID-19 dapat disebabkan banyaknya waktu luang dan rendahnya aktivitas fisik sehingga mengarahkan individu untuk makan berlebihan, terutama jenis makanan ringan sebagai selingan atau sekedar pengganti waktu makan. Rasa bosan yang terjadi selama masa pembatasan kegiatan juga dapat berhubungan dengan rendahnya kadar dopamin dalam tubuh sehingga individu akan mencoba meningkatkan kesenangan melalui makanan yang dapat mengalihkan rasa bosan (Amaliyah et al., 2021 ; Mustakim et al., 2021). Fenomena tersebut berisiko pada masalah sindrom metabolik (Goenawan et al., 2020 ; Mustakim et al., 2021).

Munculnya pola makan ke arah negatif di masa pandemi, dipicu oleh stres yang meningkat sehingga mengarah pada konsumsi makanan berlebihan yang menenangkan dan menyenangkan (*comfort foods*) dan dikenal sebagai fenomena “*food craving*” (Yilmaz dan Gokmen, 2020). *Food craving* adalah keinginan individu untuk mengonsumsi makanan tertentu yang didasari faktor multidimensi meliputi emosional, perilaku, kognitif dan fisiologis (Alhousseini dan Alqahtani, 2020). Kecemasan dan ketakutan selama pandemi yang penuh ketidakpastian dan perubahan secara tiba-tiba memberikan dampak berupa gangguan nafsu makan dan pola konsumsi makan.

Di sisi lain, pola konsumsi pangan sehat atau pola makan positif selama pandemi juga meningkat namun hal ini terjadi pada mereka dengan kesadaran dan tingkat pengetahuan gizi serta wawasan individu terhadap pen jagaan kondisi kesehatan tubuhnya, serta status ekonomi yang stabil sehingga mampu memenuhi kebutuhan nutrisi harian yang seimbang. berkorelasi dengan daya beli terhadap pangan sehat seperti buah dan sayuran.

Selain itu, terjadi fenomena peningkatan konsumsi minuman herbal dan rempah-rempahan. Berdasarkan hasil penelitian Mustakim et al., (2021), sebanyak 35,3% responden rutin mengonsumsi minuman rempah-rempah selama pandemi COVID-19 dengan frekuensi konsumsi paling umum 1 kali/hari (40,4%). Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan daya tahan tubuh, yang diyakini memiliki khasiat untuk menangkal virus.

Walaupun penggunaan minuman herbal atau rempah-rempah belum terbukti memiliki dampak pada pencegahan dan penanganan penderita COVID-19. Hingga saat ini, tidak ada makanan atau suplemen tunggal yang dapat mencegah paparan COVID-19. Yang dapat dilakukan ialah menerapkan pola makan bergizi seimbang dan mengutamakan pemilihan jenis makanan yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh.

Lebih lanjut, hasil penelitian Mustakim et al. (2021), menunjukkan peningkatan konsumsi suplemen kesehatan. Sebanyak 64,7% responden mengalami peningkatan konsumsi suplemen dengan frekuensi konsumsi paling umum 1 kali/hari (53,3%). Suplemen yang dikonsumsi adalah vitamin C dan multivitamin yang mengandung zat besi. Vitamin C menjadi suplemen yang paling banyak dikonsumsi selama pandemi COVID-19 dapat dikarenakan sifat anti-inflamasi yang dapat mendukung kekebalan tubuh. Banyak anjuran untuk mengonsumsi suplemen guna meningkatkan daya tahan tubuh. Meskipun belum sepenuhnya terbukti secara ilmiah, beberapa jenis suplemen seperti vitamin C dan multivitamin mengandung zat besi dinilai dapat mencegah penularan virus.

5.4 Rekomendasi Pola Konsumsi Pangan Sehat

Pedoman Gizi Seimbang Rekomendasi Kementerian Kesehatan RI

Indonesia telah berupaya mengimplementasikan pedoman pola makan sehat sejak 10 tahun pasca kemerdekaan. Pedoman tersebut dahulu biasa kita dengar dengan slogan “4 Sehat 5 Sempurna” yang telah diperkenalkan sejak tahun 1952. Seiring waktu, slogan tersebut tidak relevan lagi dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi dalam bidang gizi dengan berbedanya masalah dan tantangan yang dihadapi.

Kemudian Indonesia mulai menerapkan Pedoman Gizi Seimbang yang merupakan realisasi dari rekomendasi Konferensi Pangan Sedunia di Roma Tahun 1992. Diyakini dengan mengimplementasikan Pedoman Gizi Seimbang secara benar, semua masalah gizi dapat diatasi. Kementerian Kesehatan Indonesia menjabarkan prinsip dari pedoman Gizi Seimbang yang terdiri dari 4 (empat) Pilar. Pada dasarnya merupakan rangkaian upaya untuk menyeimbangkan antara zat gizi yang keluar dan zat gizi yang masuk dengan memantau berat badan secara teratur.

Empat Pilar tersebut adalah:

1. Mengonsumsi aneka ragam pangan

Tidak ada satu pun jenis makanan yang mengandung semua jenis zat gizi yang dibutuhkan tubuh, kecuali Air Susu Ibu (ASI) untuk bayi baru lahir sampai berusia 6 bulan. Contohnya, nasi merupakan sumber utama kalori tetapi miskin vitamin dan mineral. Sayuran dan buah-buahan pada umumnya kaya akan vitamin, mineral dan serat, tetapi miskin kalori dan protein. Ikan merupakan sumber utama protein tetapi sedikit kalori.

Konsumsi makanan beragam juga harus memperhatikan jumlah dan proporsinya. Keanekaragaman jenis pangan juga termasuk proporsi makanan yang seimbang, dalam jumlah yang cukup, tidak berlebihan dan dilakukan secara teratur. Anjuran pola makan dalam beberapa dekade terakhir telah memperhitungkan proporsi setiap kelompok pangan sesuai dengan kebutuhan yang seharusnya.

Contohnya, saat ini dianjurkan mengonsumsi lebih banyak sayuran dan buah-buahan dibandingkan dengan anjuran sebelumnya. Demikian pula jumlah makanan yang mengandung gula, garam dan lemak yang dapat meningkatkan risiko beberapa penyakit tidak menular, dianjurkan untuk dikurangi. Akhir-akhir ini minum air dalam jumlah yang cukup telah dimasukkan dalam komponen gizi seimbang oleh karena pentingnya air dalam proses metabolisme dan dalam pencegahan dehidrasi.

Kementerian Kesehatan RI juga merekomendasikan konsumsi air putih minimal 8 gelas/hari. Untuk memenuhi kebutuhan cairan tubuh dan memastikan tubuh selalu terhidrasi. Konsumsi air putih lebih

diprioritaskan dibanding minuman mengandung gula atau pemanis tambahan. Hal ini adalah langkah untuk mencegah risiko konsumsi kalori berlebih guna menjaga pola makan sehat.

2. Membiasakan perilaku hidup bersih

Penyakit infeksi merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi status gizi seseorang secara langsung, terutama anak-anak. Seseorang yang menderita penyakit infeksi akan mengalami penurunan nafsu makan sehingga jumlah dan jenis zat gizi yang masuk ke tubuh berkurang. Sebaliknya pada keadaan infeksi, tubuh membutuhkan zat gizi yang lebih banyak untuk memenuhi peningkatan metabolisme pada orang yang menderita infeksi terutama apabila disertai panas.

Demikian pula sebaliknya, seseorang yang menderita kurang gizi akan mempunyai risiko terkena penyakit infeksi karena pada keadaan kurang gizi daya tahan tubuh seseorang menurun, sehingga kuman penyakit lebih mudah masuk dan berkembang. Budaya perilaku hidup bersih akan menghindarkan seseorang dari keterpaparan terhadap sumber infeksi.

3. Melakukan aktivitas fisik

Aktivitas fisik yang meliputi segala macam kegiatan tubuh termasuk olahraga merupakan salah satu upaya untuk menyeimbangkan antara pengeluaran dan pemasukan zat gizi utamanya sumber energi dalam tubuh. Aktivitas fisik memerlukan energi. Selain itu, aktivitas fisik juga memperlancar sistem metabolisme di dalam tubuh termasuk metabolisme zat gizi. Oleh karenanya, aktivitas fisik berperan dalam menyeimbangkan zat gizi yang keluar dari dan yang masuk ke dalam tubuh.

4. Memantau Berat Badan (BB) secara teratur untuk mempertahankan berat badan normal

Bagi orang dewasa salah satu indikator yang menunjukkan bahwa telah terjadi keseimbangan zat gizi di dalam tubuh adalah tercapainya berat badan yang normal, yaitu berat badan yang sesuai untuk tinggi badannya. Indikator tersebut dikenal dengan Indeks Massa Tubuh

(IMT). Oleh karena itu, pemantauan BB normal merupakan hal yang harus menjadi bagian dari ‘Pola Hidup’ dengan ‘Gizi Seimbang’.

Dalam kondisi normal, setiap individu dianjurkan mengonsumsi makanan utama 3 kali sehari. Keseimbangan zat gizi diperoleh jika hidangan mencakup 3 kelompok bahan pangan, meliputi sumber energi, zat pembangun dan pengatur. Lebih lanjut, setiap individu direkomendasikan mengonsumsi 3 hingga 4 porsi sayur dan 2 hingga 3 porsi buah untuk memenuhi kebutuhan zat gizi mikro. Zat gizi diperlukan guna mempertahankan sistem metabolisme tubuh dalam perannya sebagai penghasil tenaga, pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh, perkembangan otak serta produktivitas kerja dan perlu dikonsumsi dalam jumlah cukup sesuai kebutuhan. Pola makan seimbang berguna untuk mencapai dan mempertahankan status gizi dan kesehatan.

Pendekatan Indikator Pola Pangan Harapan (PPH)

Makanan memiliki kontribusi positif dalam pengembangan sumber daya manusia. Kebutuhan pangan yang sesuai dengan gizi standar harus diperhatikan pada individu, kelompok masyarakat bahkan hingga tingkat nasional. Di mana kebiasaan konsumsi makanan bergizi memiliki kaitan yang erat pada kualitas hidup serta ketahanan pangan. Makan makanan dengan pola konsumsi yang baik tidak dapat dipisahkan dari konsumsi keberagaman makanan.

Semakin beragam jenis pangan yang dikonsumsi semakin mudah untuk memenuhi kebutuhan gizi. Bahkan semakin beragam pangan yang dikonsumsi semakin mudah tubuh memperoleh berbagai zat lainnya yang bermanfaat bagi kesehatan, baik yang mengandung makronutrien maupun mikronutrien. Oleh karena itu konsumsi aneka ragam pangan merupakan salah satu anjuran penting dalam mewujudkan gizi seimbang.

Pola konsumsi ini telah sejalan dengan konsep pola makan yang diharapkan. Di Indonesia disebut Pola Pangan Harapan/PPH. PPH menunjukkan gambaran umum makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat apakah mengandung nutrisi yang baik atau tidak. Pada dasarnya, PPH adalah konsep keanekaragaman makanan yang terdiri dari nutrisi yang disesuaikan dengan kebutuhan tubuh.

Pola Pangan Harapan / PPH ini termasuk dalam konsep pengukuran konsumsi pangan yang dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu pendekatan dengan aspek kuantitas dan kualitas. Aspek kuantitas meliputi Angka Kecukupan Gizi

(AKG), Angka Kecukupan Energi (AKE) dan Angka Kecukupan Protein (AKP). Sedangkan aspek kualitas atau mutu konsumsi pangan ialah dengan menggunakan nilai/skor melalui indikator PPH. Nilai/skor mutu PPH ini dapat memberikan informasi mengenai pencapaian kuantitas dan kualitas konsumsi yang menggambarkan pencapaian konsumsi pangan yang beragam, bergizi, berimbang dan aman. Semakin besar skor PPH maka kualitas konsumsi pangan dinilai semakin baik. Konsumsi pangan masyarakat selain dalam bentuk energi dan protein juga dapat dilihat dari kualitas konsumsi pangan dengan menggunakan indikator Pola Pangan Harapan (PPH).

PPH mengindikasikan sebuah gambaran pangan yang dikonsumsi oleh setiap orang apakah mengandung gizi yang baik atau tidak. PPH merupakan susunan beragam pangan yang didasarkan atas proporsi keseimbangan energi dari berbagai kelompok pangan untuk memenuhi kebutuhan gizi, baik dalam jumlah maupun mutu dengan mempertimbangkan segi daya terima, ketersediaan pangan, ekonomi, budaya, dan agama. Mutu konsumsi pangan penduduk dapat dinilai dari skor pangan (dietary score) atau skor PPH.

Semakin tinggi skor PPH, konsumsi pangan semakin beragam dan bergizi seimbang (maksimal 100), yang berarti semakin tinggi skor semakin terdiversifikasi pangan yang disediakan atau dikonsumsi. Oleh karena itu, indikator PPH sering digunakan sebagai ukuran tingkat diversifikasi pangan.

Cara menerapkan pola pangan gizi seimbang dengan PPH ini adalah dengan mengonsumsi lima kelompok pangan setiap hari atau setiap kali makan. Kelima kelompok pangan tersebut adalah makanan pokok, lauk-pauk, sayuran, buah-buahan dan minuman. Mengonsumsi lebih dari satu jenis untuk setiap kelompok makanan (makanan pokok, lauk pauk, sayuran dan buah-buahan) setiap kali makan akan lebih baik. Pemilihan sayur dan buah berwarna seperti sayuran hijau dan ungu serta mengandung banyak vitamin seperti A,C,E menjadi utama karena kandungan antioksidan di dalamnya berperan menangkal senyawa jahat dalam tubuh dan membantu meningkatkan imunitas.

Pola Konsumsi Rekomendasi WHO

Pola makan yang tidak sehat dan kurangnya aktivitas fisik menyebabkan risiko global terhadap kesehatan. Praktik diet sehat dimulai sejak dini – menyusun mendorong pertumbuhan yang sehat dan meningkatkan perkembangan kognitif, dan mungkin memiliki manfaat kesehatan jangka panjang seperti mengurangi risiko kelebihan berat badan atau obesitas dan mengembangkan penyakit tidak menular di kemudian hari.

Maka dari itu, WHO merekomendasikan pola makan dengan berbagai aspek kunci dalam asupan makan yaitu sebagai berikut:

1. Asupan energi (kalori) harus seimbang dengan energi yang dikeluarkan. Untuk menghindari kenaikan berat badan yang tidak sehat, total lemak tidak boleh melebihi 30% dari total asupan energi.
2. Selain itu, asupan lemak jenuh harus kurang dari 10% dari total asupan energi, dan asupan lemak trans kurang dari 1% dari total asupan energi, dengan pergeseran konsumsi lemak dari lemak jenuh dan lemak trans ke lemak tak jenuh dan menuju tujuan menghilangkan lemak trans yang diproduksi industri.
3. Membatasi asupan gula bebas hingga kurang dari 10% dari total asupan energi adalah bagian dari diet sehat. Penurunan lebih lanjut hingga kurang dari 5% dari total asupan energi disarankan untuk manfaat kesehatan tambahan.
4. Menjaga asupan garam kurang dari 5 g per hari (setara dengan asupan natrium kurang dari 2 g per hari) membantu mencegah hipertensi, dan mengurangi risiko penyakit jantung dan stroke pada populasi orang dewasa. Negara-negara Anggota WHO telah sepakat untuk mengurangi asupan garam populasi global sebesar 30% pada tahun 2025. mereka juga telah sepakat untuk menghentikan peningkatan diabetes dan obesitas pada orang dewasa dan remaja serta kelebihan berat badan pada masa kanak-kanak pada tahun 2025.

Ada beberapa pedoman pola makan sehat berbeda yang telah ditetapkan oleh WHO dan disesuaikan berdasarkan keadaan individu di antaranya untuk orang dewasa, bayi dan anak-anak, ibu hamil dan menyusui, serta orang tua. Selain itu, WHO juga memberikan rekomendasi yang praktis untuk menjaga pola makan sehat secara general sebagai berikut:

1. Buah dan Sayur

Makan setidaknya 400 g, atau lima porsi, buah dan sayuran per hari mengurangi risiko penyakit tidak menular dan membantu memastikan asupan serat makanan harian yang memadai. Asupan buah dan sayur dapat ditingkatkan dengan: selalu memasukkan sayuran dalam makanan, makan buah segar dan sayuran mentah

sebagai makanan ringan, makan buah dan sayuran segar yang sedang musim dan makan buah dan sayur yang bervariasi.

2. Lemak

Mengurangi jumlah asupan lemak total menjadi kurang dari 30% dari total asupan energi membantu mencegah kenaikan berat badan yang tidak sehat pada populasi orang dewasa. Juga, menurunkan risiko PTM dengan:

- a. mengurangi lemak jenuh hingga kurang dari 10% dari total asupan energi;
- b. mengurangi lemak trans hingga kurang dari 1% dari total asupan energi;
- c. mengganti lemak jenuh dan lemak trans dengan lemak tak jenuh, khususnya lemak tak jenuh ganda. terutama lemak jenuh dan asupan lemak trans yang diproduksi industri.

Ini dapat dikurangi dengan mengukus atau merebus asat memasak. mengganti mentega, lemak babi dan ghee dengan minyak yang kaya akan lemak tak jenuh ganda, seperti minyak kedelai, canola, jagung, safflower dan bunga matahari. Makan makanan susu rendah lemak dan daging tanpa lemak, atau memangkas lemak yang terlihat dari daging dan membatasi konsumsi makanan yang dipanggang dan digoreng, serta makanan ringan dan makanan yang dikemas sebelumnya (misalnya donat, kue, pai, kue kering, biskuit, dan wafer) yang mengandung lemak trans yang diproduksi secara industri.

3. Garam, natrium dan kalium

Kebanyakan orang mengonsumsi natrium tinggi melalui garam (rata-rata 9-12 g garam per hari) dan tidak cukup kalium (kurang dari 3,5 g). Asupan garam yang direkomendasikan adalah kurang dari 5 g per hari. Asupan garam dapat dikurangi dengan membatasi konsumsi garam dan bumbu bernatrium tinggi (misalnya kecap, kecap ikan, dan kaldu), membatasi konsumsi jajanan asin, dan memilih produk rendah natrium.

Sedangkan kalium dapat mengurangi efek negatif dari peningkatan konsumsi natrium pada tekanan darah. Asupan kalium dapat

ditingkatkan dengan mengonsumsi buah dan sayuran segar. Asupan natrium yang tinggi dan asupan kalium yang kurang berkontribusi pada tekanan darah tinggi, yang pada gilirannya meningkatkan risiko penyakit jantung dan stroke.

Orang sering tidak menyadari berasal dari mana jumlah garam yang mereka konsumsi. Di banyak negara, sebagian besar garam berasal dari makanan olahan (misalnya makanan siap saji; daging olahan seperti bacon, ham, keju dan camilan asin) atau dari makanan yang sering dikonsumsi dalam jumlah besar (misalnya roti). Garam juga ditambahkan ke makanan selama memasak (misalnya kaldu, kaldu, kecap dan kecap ikan) atau pada saat dikonsumsi (misalnya garam meja).

4. Gula

Pada orang dewasa dan anak-anak, asupan gula bebas harus dikurangi hingga kurang dari 10% dari total asupan energi. Pengurangan hingga kurang dari 5% dari total asupan energi akan memberikan manfaat kesehatan tambahan. Kelebihan kalori dari makanan dan minuman tinggi gula bebas juga berkontribusi terhadap kenaikan berat badan yang tidak sehat, yang dapat menyebabkan kelebihan berat badan dan obesitas. Bukti terbaru juga menunjukkan bahwa gula bebas memengaruhi tekanan darah dan lipid serum, dan menunjukkan bahwa pengurangan asupan gula bebas mengurangi faktor risiko penyakit kardiovaskular.

Asupan gula dapat dikurangi dengan membatasi konsumsi makanan dan minuman yang mengandung gula dalam jumlah tinggi, seperti makanan ringan bergula, permen dan minuman manis (yaitu semua jenis minuman yang mengandung gula bebas – termasuk minuman ringan berkarbonasi atau tidak berkarbonasi, jus buah atau sayuran dan minuman, konsentrat cair dan bubuk, air beraroma, minuman energi dan olahraga, teh siap minum, kopi siap minum, dan minuman susu beraroma) dan makan buah segar dan sayuran mentah sebagai camilan, bukan camilan manis.

5.5 Manfaat Pola Konsumsi Pangan Sehat Pada Tubuh

Pola konsumsi pangan sehat dengan gizi seimbang dan keanekaragaman jenis makanan memberikan efek positif pada penurunan risiko penyakit tidak menular. Dampak positif tersebut bermula dari variasi sumber zat gizi makro dan mikro yang berperan pada tiap lini fungsi tubuh. Mulai dari sumber energi utama yaitu karbohidrat pada makanan ditemukan dalam jumlah terbesar dalam biji-bijian, buah-buahan, kacang-kacangan, dan sayuran.

Dalam hal memperoleh manfaat kesehatan, keseluruhan biji-bijian utuh / whole grain lebih baik daripada biji-bijian olahan. Sebuah studi telah menunjukkan peningkatan asupan gandum utuh dengan penurunan risiko penyakit jantung koroner, stroke, kardiovaskular, dan kanker, serta penurunan risiko kematian karena penyakit kardiovaskular, kanker, penyakit pernapasan, diabetes, dan penyakit menular (Cena, H., dan Calder, P. C., 2020).

Buah-buahan dan sayuran segar memasok energi serta serat makanan, yang meningkatkan perasaan rasa kenyang dan memiliki efek positif pada fungsi gastrointestinal, kadar kolesterol, dan kontrol glikemik. Selain itu, buah-buahan dan sayuran segar merupakan sumber utama fitokimia (misalnya, polifenol, pitosterol, karotenoid), yang merupakan senyawa bioaktif yang dipercaya memberikan banyak manfaat kesehatan. Fitokimia memiliki bersifat antioksidan, serta memiliki peran dalam mengatur metabolisme lemak, dan mediator inflamasi.

Sebagai contoh, flavonoid telah terbukti meningkatkan sekresi insulin dan mengurangi resistensi insulin. fitokimia ini memberikan beberapa manfaat pada obesitas dan diabetes. Selain itu, polifenol berinteraksi dengan mikro biota gastrointestinal secara dua arah dengan meningkatkan usus bakteri dan dimetabolisme oleh bakteri tersebut untuk membentuk senyawa bioaktif lebih banyak. Buah dan asupan sayuran telah terbukti berkorelasi terbalik dengan risiko Penyakit Tidak Menular, termasuk hipertensi, penyakit kardiovaskular, penyakit paru obstruktif kronik, kanker paru-paru dan sindrom metabolik (Tian, Y., et. al., 2018 ; Cena, H., dan Calder, P. C., 2020).

Protein makanan menyediakan sumber energi serta asam amino. Protein makanan berasal dari hewan (daging, susu, ikan, dan telur) dan tumbuhan (kacang-kacangan, produk kedelai, biji-bijian, kacang-kacangan, dan biji-

bijian), protein hewani dianggap sebagai sumber yang lebih kaya karena susunan asam amino, pencernaan yang tinggi, dan bioavailabilitas yang lebih besar.

Namun, sumber protein hewani mengandung asam lemak jenuh, yang telah dikaitkan dengan penyakit kardiovaskular, dislipidemia, dan kanker. Meskipun mekanismenya tidak jelas, daging merah, dan daging olahan pada khususnya, telah terkait dengan peningkatan risiko kanker kolorektal. Protein yang berasal dari hewan juga meningkatkan beban asam pada diet, keseimbangan asam-basa tubuh menuju asidosis. meningkatnya beban asam metabolik telah dikaitkan dengan resistensi insulin, gangguan homeostasis glukosa, dan perkembangan batu kalsium urin. Asupan protein makanan yang memadai penting untuk mempertahankan massa tubuh tanpa lemak selama masa hidup.

Pada orang dewasa yang lebih tua, protein memainkan peran penting dalam mencegah keroposnya tulang terkait usia massa otot, menjaga massa tulang, dan mengurangi risiko patah tulang. Untuk individu yang lebih tua tidak memperoleh protein yang cukup dari makanan mereka, suplementasi dengan asam amino dapat meningkatkan kekuatan dan status fungsional Cena, H., dan Calder, P. C. (2020).

Lemak (atau lipid) adalah komponen struktural utama membran sel dan juga sumber energi seluler. Lemak makanan terdiri dari 4 kategori: lemak tak jenuh tunggal, lemak tak jenuh ganda, lemak jenuh, dan lemak trans. Kandungan lemak makanan umumnya merupakan campuran jenis yang berbeda. Lemak tak jenuh ditemukan dalam berbagai makanan, termasuk ikan, minyak nabati, kacang-kacangan, dan biji-bijian, sedangkan produk hewani (dan beberapa minyak nabati) berkontribusi proporsi yang lebih besar dari lemak jenuh.

Lemak trans yang ditemukan dalam makanan sebagian besar adalah hasilnya pengolahan minyak nabati tetapi juga hadir dalam jumlah kecil dalam produk hewani (yaitu, ruminansia, lemak trans dari sapi, domba, dan kambing). Di antara jenis lemak makanan, lemak tak jenuh adalah dikaitkan dengan penurunan risiko kardiovaskular dan kematian, sedangkan lemak trans dan, pada tingkat yang lebih rendah, lemak jenuh dikaitkan dengan dampak negatif pada kesehatan, termasuk peningkatan risiko kematian (Cena, H., dan Calder, P. C., 2020).

Dua asam lemak tak jenuh ganda, omega-3 dan omega-6, digambarkan sebagai asam lemak esensial asam lemak, karena dibutuhkan untuk pertumbuhan dan reproduksi normal tetapi tidak diproduksi oleh tubuh. Oleh

karena itu, harus diperoleh dari sumber makanan. Asam lemak omega-3, dalam khususnya, asam *eicosapentaenoic* (EPA), dan asam *docosahexaenoic* (DHA), telah dipelajari secara luas bermanfaat untuk kesehatan., dengan bukti yang menunjukkan efek positif termasuk: *cardioprotection*, mencegah penurunan kognitif, mengurangi peradangan, mempertahankan massa otot, dan meningkatkan resistensi insulin sistemik .

Makanan laut, terutama ikan berminyak, menyediakan EPA dan DHA, dan suplemen tersedia secara luas bagi mereka yang tidak memenuhi asupan yang direkomendasikan dengan diet saja. Kacang-kacangan dan beberapa biji-bijian dan minyak tumbuhan menyediakan asam alfa-linolenat, tanaman utama omega-3 asam lemak.

Meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil dibandingkan dengan makronutrien, mikronutrien diperlukan untuk pertumbuhan normal, metabolisme, fungsi fisiologis, dan integritas seluler. Selain itu, pergeseran dari makanan utuh ke makanan olahan telah mengurangi kualitas mikronutrien. Kekurangan vitamin dan mineral telah terlibat dalam penuaan sel dan gangguan metabolisme kronis. Asupan makanan yang memadai, atau suplementasi dengan, zat gizi mikro yang bersifat antioksidan (misalnya, vitamin A, C, dan E, tembaga, seng, dan selenium) telah disarankan untuk mengurangi risiko dan perkembangan penyakit yang berhubungan dengan usia.

Air adalah komponen utama tubuh, yang merupakan mayoritas massa tubuh tanpa lemak dan berat badan total. Air tidak hanya memberikan hidrasi tetapi juga membawa mikronutrien, termasuk elemen elektrolit. Air minum dapat memasok sebanyak 20% dari kebutuhan harian asupan kalsium dan magnesium yang direkomendasikan (Stipanuk, M.H., dan Caudill, M.A., 2013).

Bab 6

Kebutuhan Zat Gizi

6.1 Pendahuluan

Kebutuhan zat gizi adalah jumlah zat gizi minimal yang dibutuhkan oleh setiap individu, menurut Kementerian Kesehatan Indonesia. Kebutuhan gizi setiap orang ditentukan oleh banyak faktor, yakni usia, jenis kelamin, berat badan, dan tinggi badan (Aritonang, 2010). Mengonsumsi makanan bukan hanya soal memenuhi rasa lapar.

Namun, harus memperhatikan zat gizi yang ada di dalamnya. Untuk memperoleh gizi seimbang, diperlukan konsumsi dari berbagai kelompok makanan yang berbeda. Zat gizi yang dibutuhkan tubuh di antaranya adalah protein, karbohidrat, dan lemak. Zat-zat gizi tersebut diperlukan untuk membangun dan memperbaiki sel-sel tubuh, metabolisme, dan untuk mendapatkan energi.

Bukan hanya ketiga zat gizi di atas, tubuh juga perlu mineral dan vitamin untuk pertumbuhan tulang, mengatur cairan (elektrolit) tubuh, membantu proses metabolisme, pembentukan sel-sel darah, dan membentuk hormon maupun enzim. Keadaan kesehatan setiap individu pada setiap tahap daur kehidupan dipengaruhi secara langsung oleh dua faktor utama yaitu konsumsi makanan dan adanya penyakit infeksi. Sedangkan penyebab tidak langsung

adalah ketersediaan pangan di tingkat keluarga, asuhan ibu dan anak serta pelayanan kesehatan (Pritasari, Didit and Nugraheni, 2017)

Gizi mempunyai peranan besar untuk kesehatan optimal seorang individu. Gizi yang cukup dan seimbang dibutuhkan untuk dapat melakukan kegiatan dengan optimal tanpa mengalami kelelahan. Jika gizi tidak terpenuhi secara cukup dan seimbang maka akan mengganggu proses metabolisme dan berakibat pada masalah gizi.

Sebaliknya jika gizi diasup secara berlebihan akan menimbulkan masalah kesehatan seperti peningkatan yang tidak normal pada berat badan, tekanan darah, glukosa darah dan profil lipida darah (kolesterol, trigliserida, LDL, HDL, VLDL). Perhitungan dan pemenuhan kebutuhan mempertimbangkan banyak hal yaitu faktor pemeliharaan dan pencegahan masalah kesehatan secara umum.

Tubuh juga perlu mineral dan vitamin untuk pertumbuhan tulang, mengatur cairan (elektrolit) tubuh, membantu proses metabolisme, pembentukan sel-sel darah, dan membentuk hormon maupun enzim.

Berikut penjelasan soal zat gizi yang dibutuhkan tubuh:

Karbohidrat

Gizi yang dibutuhkan tubuh ini memiliki dua macam jenis, yakni karbohidrat sederhana dan kompleks. Karbohidrat sederhana adalah karbohidrat yang cukup mudah diserap oleh tubuh dan bila glukosa yang terbentuk tidak segera digunakan, akan disimpan oleh tubuh dan menjadi lemak.

Sementara, karbohidrat kompleks adalah karbohidrat yang diserap secara perlahan dan meningkatkan kadar glukosa di tubuh secara perlahan. Dianjurkan untuk lebih banyak mengonsumsi karbohidrat kompleks dibandingkan dengan karbohidrat sederhana.

Protein

Gizi yang dibutuhkan tubuh selanjutnya adalah protein. Makanan yang mengandung lebih banyak protein di antaranya susu, telur, keju, daging, biji-bijian yang masih berkulit ari, kacang tanah, dan kedelai. Susu dan sejenisnya menjadi sumber protein terbaik. Kedelai juga menjadi salah satu sumber protein yang perlu dikonsumsi.

Selain itu, kedelai mengandung protein yang lengkap, kandungan proteinnya dua kali lebih banyak dibandingkan dengan protein yang dikandung oleh

daging, dan lebih banyak empat kali daripada telur. Makan putih telur setiap hari juga dianjurkan, karena di dalam putih telur tidak mengandung kolesterol yang tinggi.

Lemak

Lemak selalu diidentikkan sebagai zat jahat dalam tubuh. Padahal, beberapa jenis lemak masuk ke dalam kategori gizi yang dibutuhkan tubuh. Lemak berguna untuk memproduksi energi dan pertumbuhan, baik badan maupun otak, serta memelihara pergantian jaringan. Lemak dibagi menjadi 3 golongan, yakni asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh tunggal, dan asam lemak tak jenuh ganda. Mengurangi konsumsi lemak tak jenuh dalam porsi makanan membantu meningkatkan kesehatan.

Beberapa asam lemak jenuh (lemak jahat) yang harus dihindari adalah lemak dari daging berkaki empat seperti domba, kambing, sapi, dan babi. Selain itu, lemak trans seperti margarin, biskuit, dan krim juga termasuk dalam lemak jahat. Sementara itu, lemak yang sebaiknya kamu peroleh yakni minyak dari biji bunga merah, minyak dari biji bunga matahari, minyak jagung, minyak kacang kedelai, dan minyak kacang tanah (Halodoc, 2018).

6.2 Meal Plan and Food Formulation

Untuk memahami dalam merencanakan kebutuhan gizi seseorang diperlukan suatu konsep *meal plan and food formulation* agar dapat dipahami oleh seseorang terhadap kebutuhan gizinya. Sebagai contoh kasus seorang remaja bernama Salsa, usia 19 tahun dengan BMI = 24 kg/m² dan BB = 57 kg, sedentary = 30 kal/kgBB/hari.

Untuk menghitung kasus di atas dapat digunakan cara sebagai berikut:

Total Energy Expenditure (TEE) = 57 kg x 30 kal/kgBB/hr = 1710 kal dengan rincian zat gizi makro sebagai berikut:

Karbohidrat = $(1710 \times 0.65) / 4 \text{ kal} = 278 \text{ gr}$

Protein = $(1710 \times 0.15) / 4 \text{ kal} = 64 \text{ gr}$

Lemak = $(1710 \times 0.20) / 9 \text{ kal} = 38 \text{ gr}$

Kebutuhan Gizi Salsa = Energi (1710 kal), Karbohidrat (278 gr), Protein (64 gr) dan Lemak (38 gr). Menurut (Almatsier, 2009), bahwa kebutuhan karbohidrat, protein dan lemak berturut-turut berkisar antara (60%-70%), (10%-15%) dan (20%-30%) di mana setiap 1 gram KH dan protein mengandung 4 kalori sedangkan 1 gram lemak mengandung 9 kalori.

Dalam membuat formulasi hasil perhitungan kebutuhan gizi di atas dapat digunakan Daftar Bahan Makanan Penukar atau dikenal dengan DBMP dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 6.1: Bahan Makanan Penukar

Bahan Makanan	Satuan Penukar	KH	Prot	Lemak	Energi
		7	5	3	75
Prot Nab	3	21	15	9	225
		5	1	0	25
Sayuran B	2	10	2	0	50
		10	3	0	50
Sayuran C	1	10	3	0	50
Buah & Gula		12	0	0	50
Buah	2.5	30	0	0	125
Gula	0.5	6	0	0	25
Susu		10	7	6	125
Lemak sedang	0.5	5	3.5	3	62.5
Sub Total		82	23.5	12	537.5
KH perhitungan	278 gr				
Karbohidrat	$(278-82)/40 = 5$				
		40	4	0	175
KH	5	200	20	0	875
Sub Total		282	43.5	12	1412.5
Prot perhitungan	64				

Protein Hewani	$(64-43.5)/7 = 3$				
Prot Hewani		0	7	2	50
Rendah lemak	2	0	14	4	100
		0	7	5	75
Lemak sedang	1	0	7	5	75
Sub Total		282	64.5	21	1587.5
Lemak perhitungan	38				
Lemak (Minyak)	$(38-21)/5 = 3.4$				
		0	0	5	50
Minyak	3	0	0	15	150
Total		282	64.5	36	1737.5

Tabel 6.2: Distribusi Bahan Makanan

Bahan Makanan	SP	Makan Pagi	Makan Siang	Snack	Makan Malam
KH	5	1	2	1	1
Protein Hewani (Rendah lemak)	2	0.5	1	-	0.5
Protein Hewani (lemak sedang)	1	-	0.5	-	0.5
Protein Nabati	3	0.5	1	0.5	1
Sayuran A	-	-	-	-	-
Sayuran B	2	-	1.5	-	0.5
Sayuran C	1	-	0.5	-	0.5
Buah	2.5	-	1	0.5	1
Gula	0.5	-	-	0.5	-
Susu (Lemak sedang)	0.5	0.25	-	0.25	-
Minyak	3	0.5	1	0.5	1

Setelah dilakukan distribusi bahan makanan maka dilakukan ترجمahan ke dalam bahan makanan sesuai dengan susunan menu yang akan dibuat atau dimasak sehingga sesuai dengan perhitungan di atas.

Tabel 6.3: Terjemahan Ke Dalam Bahan Makanan

Waktu	Golongan Bahan Makanan	SP	Bahan Makanan	Gram
Makan Pagi	KH	1	Nasi Beras Giling	100
	Protein Hewani (rendah lemak)	0.5	Teri nasi	10
	Protein nabati	0.5	Tempe	25
	Sayuran A		Timun/tomat	25
	Gula	0.25	Sugar	3
	Minyak	0.5	Santan Minyak Kelapa Sawit	10 1
Makan Siang	KH	2	Nasi Beras Giling	200
	Protein Hewani (rendah lemak)	1	Ikan kembung	30
	Protein hewani (lemak sedang)	0.5	Telur Ayam	30
	Protein Nabati	1	Tahu	110
	Sayuran B	1.5	Kc. Panjang/pepaya muda/jagung muda	150
	Sayuran C	0.5	Daun mlinjo/nangka muda	50
	Buah	1	Mangga	90
	Minyak	1	Minyak kelapa sawit	5
Snack	KH	1	Singkong	120
	Protein Nabati	0.5	Oncom	20
	Buah	0.5	Melon	190
	Gula	0.25	Gula	3

	Susu(Lmk sdg)	0.5	Susu	100
	Minyak	0.5	Minyak Kelapa sawit	2.5
Makan Malam	KH	1	Nasi Beras Giling	100
	Protein Hewani (rendah lemak)	0.5	Ikan asin	15
	Protein hewani (lemak sedang)	0.5	Daging Sapi	35
	Protein Nabati	1	Tahu	20
	Sayuran B	0.5	Tauge	50
	Sayuran C	0.5	Daun singkong	50
	Buah	1	Pisang Ambon	50
	Minyak	1	Santan Minyak Kelapa Sawit	10 2.5

Dengan melihat tabel 6.3 maka uraian di atas dapat diterjemahkan ke menu makan sehari sebagai berikut:

Tabel 6.4: Susunan Menu Sehari

Makan Pagi Nasi Uduk Kering Tempe + teri nasi Lalap Timun + Tomat	Snack Combrow Jus Melon
Makan Siang Nasi Putih Pesmolan Ikan Kembung Dadar Telur Perkedel Tahu Sayur Asam Mangga	Makan Malam Nasi Putih Tumis Tauge Ikan Asin Empal Daging Sapi Pepes Tahu Gulai Daun Singkong Pisang Ambon

6.3 Perhitungan Kebutuhan Zat Gizi

Menurut WHO, kebutuhan energi seseorang berasal dari makanan yang dikonsumsi yang digunakan untuk pengeluaran energi seseorang di mana dipengaruhi oleh ukuran dan komposisi tubuh dengan tingkat aktivitas dengan kesehatan jangka panjang. Kebutuhan energi total orang dewasa diperlukan untuk metabolisme basal, aktivitas fisik dan efek makanan atau pengaruh dinamik khusus (Supariasa, 2002).

Angka metabolisme basal merupakan kebutuhan energi minimal yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan proses tubuh yang penting. Kurang lebih dua pertiga energi yang dikeluarkan seseorang sehari digunakan untuk kebutuhan aktivitas metabolisme basal tubuh. Angka metabolisme basal dinyatakan dalam kilokalori per kilogram berat badan per jam. Angka ini berbeda antar orang dan mungkin pada orang yang sama bila terjadi perubahan dalam keadaan fisik dan lingkungan (Almatsier, 2009).

Faktor-faktor yang berhubungan dengan kebutuhan energi yakni memberikan gambaran klinis seseorang, umur, jenis kelamin, aktivitas, dan kondisi lingkungan. Kebutuhan gizi (Nutrient Requirements) adalah banyaknya zat gizi minimal yang diperlukan oleh seseorang agar hidup sehat, sedangkan Kecukupan gizi (Recommended Dietary Allowances) adalah Jumlah masing-masing zat gizi yang sebaiknya dipenuhi seseorang agar hampir semua orang hidup sehat (Almatsier, 2009).

Menghitung kebutuhan energi ada 2 cara yakni dengan metode laboratorium dengan mendorong tabung oksigen, kemudian diangkut oksigen yang digunakan dan CO₂ yang dikeluarkan, cara ini digunakan untuk penelitian dan catatan makanan/diet recall yakni mencatat seluruh makanan sehari dan memonitor BB selama beberapa waktu, sesuai dengan aktivitas yang paling sering dilakukan. Pencatatan dilakukan antara 1-3 minggu, apabila BB tidak berubah berarti konsumsi energi anda seimbang, sesuai dengan kebutuhan (Supariasa, 2002).

Rumus kebutuhan energi dan zat gizi:

1. Bayi
 $100 - 120 \text{ kalori/KgBBI}$
2. Anak
Cara pertama: $1000 + (100 \times \text{Usia (tahun)})$

Cara kedua:

Tabel 6.5: Kebutuhan Energi dan Zat Gizi Anak

Usia (th)	Energi
1 – 3	100 kalori/kgBBI
4 – 6	90 kalori/kgBBI
7 – 9	80 kalori/kgBBI
10 – 12 (laki-laki)	70 kalori/kgBBI
(perempuan)	60 kalori/kgBBI

Sumber: (Sutardjo and Farkhan, 2008), Modul Gizi Klinik I dan II

Cara ketiga:

Tabel 6.6: Kebutuhan Energi dan Zat Gizi Anak

Energi dan Zat Gizi	5-6 tahun	7-9 tahun	10-12 tahun	
			Laki-Laki	Perempuan
Energi (Kalori)	1700	1900	2000	1800
Protein (gr)	27	34	43	44
Kalsium (gr)	0.6	0.7	0.7	0.7
Fe (mg)	6	9	15	14
Vitamin A (μ g RE)	450	500	600	600
Vitamin B ₁ (gr)	0.6	0.9	1.0	0.9
Vitamin C (mg)	40	45	50	50

Sumber: (Muhilal et al., 2019)

Protein sebesar 10% dari total energi atau 2 gr/kgBBI dan lemak 10%-20% dari total energi.

3. Remaja

Tabel 6.7: Kebutuhan Energi dan Zat Gizi Remaja

Usia (tahun)	Laki-laki	Perempuan
13-15 tahun	55 kal/kgBBI	50 kal/kgBBI
16-18 tahun	50 kal/kgBBI	45 kal/kgBBI

Sumber: (Krause et al., 2002)

4. Dewasa

a. Menurut Cooper et al (2009):

- Metode I

$$\begin{aligned}
 \text{Basal Metabolic Rate} & : 1 \text{ kal} \times 24 \text{ jam} \times \text{BBI (kg)} = \text{A kal} \\
 \text{Koreksi Tidur} & : 10\% \times 7-8 \text{ jam} \times \text{BBI (kg)} = \frac{\text{B kal}}{\text{C kal}} \\
 \text{Aktifitas} & : \dots\% \text{aktifitas} \times \text{C kal} = \frac{\text{D kal}}{\text{E kal}} + \\
 \text{Spesific Dinamic Action (SDA): } & 7\%-8\% \times \text{E kal} \quad \frac{\text{F kal}}{\text{G kalori}}
 \end{aligned}$$

b. Menurut Cooper et al (2009)

- Metode II:

$$\begin{aligned}
 \text{Metode II :} \\
 \text{Basal Metabolic Rate} & : 1 \text{ kal} \times 24 \text{ jam} \times \text{BBI (kg)} = \text{A kal} \\
 \text{Aktifitas} & : \dots\% \text{aktifitas} \times \text{C kal} = \frac{\text{B kal}}{\text{C kal}} - \\
 \text{Spesific Dinamic Action (SDA): } & 7\%-8\% \times \text{C kal} \quad \frac{\text{D kal}}{\text{E kal}} +
 \end{aligned}$$

- Ketentuan aktivitas:

Bed Rest	: 10%
Sangat ringan	: 30%
Ringan	: 50%
Sedang	: 75%
Berat	: 100%

c. Menurut Krause et al (2002)

- Metode I

Total energi adalah kalori /kgBBI/hari yang disesuaikan dengan aktivitas:

Tabel 6.8: Kebutuhan Energi dan Zat Gizi Dewasa

Aktivitas	Energi (Kalori/kgBBI)
Bedrest	27.5
Sangat ringan	30
Ringan	35
Sedang	40
Berat	50

Sumber: (Krause et al., 2002)

- Metode II
Total energi= BMR – Koreksi tidur + aktivitas fisik + SDA
BMR laki-laki = 1 kal x 24 jam x BBI
BMR perempuan = 0.9 kal x 24 jam BBI
Koreksi tidur= 10% x (7-8 jam) x BBI
Aktivitas =% x (BMR – koreksi tidur)
SDA = (7-8%) x (BMR – koreksi tidur + aktivitas)
- d. Menurut Harris Benedict
Laki-laki: $66 + (13.7 \times BB) + (5 \times TB) - (6.8 \times U)$
Perempuan: $655.1 + (9.6 \times BB) + (1.8 \times TB) - (4.7 \times U)$
Ket: BB digunakan berat badan sebenarnya
- e. Menurut Mifflin, (1990) (untuk usia 19-78 tahun)
Laki-laki: $(10 \times BB) + (6.25 \times TB) - (5 \times U) + 5$
Perempuan: $(10 \times BB) + (6.25 \times TB) - (5 \times U) - 161$
Kebutuhan Energi = BEE x AF x IF
- f. Menurut Rumus Dubbois
Basal Metabolisme Rate (BMR)
Laki-laki = 1 kal x BB (kg) x 24 jam
Perempuan = 0,95 kal x BB (kg) x 24 jam A kalori
Koreksi tidur= 0,1 x 8 jam x BB= B kalori -
C kalori
Aktifitas =% x BMR (A kalori) = D kalori +
E kalori
Specific Dynamic Action (SDA)= 10% x E kalori F kalori +
Total energy Expenditure (TEE) = G kalori
Koreksi umur : umur 40 – 59 tahun = -5%
umur ≥ 60 tahun = - 10%

Basal Metabolisme Rate (BMR)
Laki-laki = 1 kal x BB (kg) x 24 jam
Perempuan = 0,95 kal x BB (kg) x 24 jam A kalori

Perhitungan Energi dan Zat Gizi (Manore, 2005)

1. Bayi

Tabel 6.9: Formula Perhitungan Energi dan Zat Gizi Bayi

Usia	Formula
0-3 bulan	$(89 \times BB - 100) + 175$
4-6 bulan	$(89 \times BB - 100) + 56$
7-12 bulan	$(89 \times BB - 100) + 22$

2. Anak dan Remaja

Tabel 6.10: Formula Perhitungan Energi dan Zat Gizi

	13-35 bulan	$(89 \times \text{BB} - 100) + 20$	
Laki-laki	3-8 tahun	$[88.5 - (61.9 \times U)] + \text{PA} \times [(26.7 \times \text{BB}) + (903 \times \text{TB}) + 20]$	Sedentary = 1 Aktivitas rendah = 1.13 Aktif = 1.26 Sangat aktif = 1.42
	9-18 tahun	$[88.5 - (61.9 \times U)] + \text{PA} \times [(26.7 \times \text{BB}) + (903 \times \text{TB}) + 25]$	Sedentary = 1 Aktivitas rendah = 1.13 Aktif = 1.26 Sangat aktif = 1.42
Perempuan	3-8 tahun	$[135.3 - (30.8 \times U)] + \text{PA} \times [(10.0 \times \text{BB}) + (934 \times \text{TB}) + 20]$	Sedentary = 1 Aktivitas rendah = 1.16 Aktif = 1.31 Sangat aktif = 1.56
	9-18 tahun	$[135.3 - (30.8 \times U)] + \text{PA} \times [(10.0 \times \text{BB}) + (934 \times \text{TB}) + 20]$	Sedentary = 1 Aktivitas rendah = 1.16 Aktif = 1.31 Sangat aktif = 1.56

3. Dewasa

Tabel 6.11: Formula Perhitungan Energi dan Zat Gizi

Jenis Kelamin	Usia	Formula	PA
Pria	≥ 19 tahun	$[662 - (9.53 \times U)] + \text{PA} \times [(15.91 \times \text{BB}) + (539.6 \times \text{TB})]$	Sedentary = 1 Aktivitas rendah = 1.11 Aktif = 1.25 Sngt aktif = 1.48
Wanita	≥ 19 tahun	$[354 - (6.91 \times U)] + \text{PA} \times [(9.36 \times \text{BB}) + (726 \times \text{TB})]$	Sedentary = 1 Aktivitas rendah = 1.12 Aktif = 1.27 Sngt aktif = 1.45
Hamil	Trimester I Trimester II Trimester III	EER for age + 0 EER for age + 160 + 180 EER for age + 272 + 180	Sesuai usia
Menyusui	6 bln pertama 6 bulan kedua	EER for age + 500 - 170 EER for age + 400 - 0	Sesuai usia

Koreksi faktor aktivitas IOM (2005):

1. Tirah baring : 10%
2. Aktivitas ringan : 30%
3. Aktivitas sedang : 50%
4. Aktivitas Berat : 75%

Faktor stres terhadap *Basal Energi Ekspenditur* (BEE):

1. Kelaparan sedang : 0.85 – 1.00
2. Pasca bedah : 1.00 – 1.05
3. Kanker : 1.10 – 1.45
4. Peritonitis : 1.05 – 1.25
5. Patah tulang panjang : 1.15 – 1.30
6. Infeksi berat/trauma ganda : 1.30 – 1.55
7. Luka bakar (10-30%) : 1.50
8. Luka bakar (30-50%) : 1.75
9. Luka bakar (>50%) : 2.00

Bab 7

Upaya Perbaikan Gizi

7.1 Pendahuluan

Konsumsi pangan dalam kehidupan sehari-hari sangat berperan dalam beberapa aspek yaitu; aspek gizi, kesehatan dan kualitas sumber daya manusia. Konsumsi pangan juga mampu memberikan dampak bagi pertumbuhan fisik, perkembangan mental dan produktivitas kerja manusia. Pola makan yang dikonsumsi sehari-hari harus mengacu pada gizi seimbang.

Gizi seimbang yaitu terpenuhinya semua zat gizi yaitu zat gizi makro dan zat gizi mikro sesuai dengan kebutuhan dan seimbang. Zat gizi makro yang terdiri dari karbohidrat, protein dan lemak sebagai sumber energi. Zat mikro terdiri dari vitamin dan mineral sebagai pengatur kelancaran metabolisme tubuh.

Dalam memenuhi kebutuhan zat gizi, pola makan yang dikonsumsi harus bervariasi dan beragam karena tidak ada bahan makanan yang mengandung zat gizi makro dan mikronutrien secara lengkap. Jenis makanan yang semakin beragam dan semakin bervariasi akan semakin lengkap zat gizi yang diperoleh untuk mewujudkan kesehatan yang optimal (Muliarini, 2010).

Faktor gizi memberikan peran yang sangat penting dalam proses pertumbuhan bayi, remaja, dewasa hingga tua. Faktor gizi dapat menyebabkan perubahan dalam peningkatan mutu kehidupan secara menyeluruh, sehingga perlu untuk memahami ilmu gizi dan cara penerapannya supaya tidak menimbulkan

masalah gizi dalam tahap daur kehidupan (Almatsier, Soetardjo and Soekatri, 2019).

Namun, pada kenyataannya masih banyak masyarakat yang tidak memperhatikan kecukupan gizi ini dan berdampak pada masalah kesehatan. Saat ini, era globalisasi terjadi perubahan gaya hidup dan pola makan yang menyebabkan munculnya permasalahan gizi. Masalah gizi menjadi masalah pada tiap negara baik negara miskin, negara berkembang dan negara maju. Negara miskin dan berkembang cenderung memiliki masalah gizi kurang, sedangkan negara maju cenderung dengan masalah gizi lebih.

Indonesia sendiri juga menghadapi beberapa masalah gizi dan dikelompokkan menjadi tiga yaitu; masalah gizi yang sudah terkendali, masalah gizi yang belum dapat diselesaikan dan masalah gizi yang meningkat dan mengancam kesehatan masyarakat. Masalah gizi di Indonesia rentan terjadi pada anak dan remaja. Permasalahan gizi yang ada di Indonesia ada beberapa yaitu; Kurang Vitamin A (KVA), Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI), anemia, stunting (bertubuh pendek), obesitas dan wasting (kurus). Pada topik ini akan dipelajari faktor-faktor yang menyebabkan permasalahan gizi dan upaya-upaya perbaikan gizi yang dapat dilakukan pada keenam permasalahan gizi yang ada di Indonesia.

7.2 Faktor yang Memengaruhi Gizi Seseorang

Masalah gizi yang berdampak pada kesehatan masyarakat melibatkan banyak faktor penyebab. Beberapa faktor yang memengaruhi munculnya masalah gizi pada anak dan remaja di Indonesia antara lain:

1. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan sangat memengaruhi munculnya masalah gizi karena lingkungan awal pertumbuhan anak adalah keluarga. Ketidaktahuan orang tua tentang gizi seimbang dan pola makan sehat merupakan penyebab utama kekurangan gizi pada anak. Apabila orang tua tidak mengerti mengenai jenis dan jumlah nutrisi yang

dibutuhkan anak, asupan nutrisi yang diberikan tidak mampu mencukupi kebutuhan anak sehingga anak menjadi kurang gizi.

Lingkungan yang tidak bersih membuat kualitas lingkungan buruk. Air minum yang tidak bersih, tidak ada saluran penampungan air limbah, dan kepadatan penduduk yang tinggi dapat menyebabkan penyebaran kuman patogen. Hal ini dapat membuat anak terserang penyakit dan menyebabkan terhambatnya penyerapan gizi, meskipun sudah baik asupan makanannya.

2. Faktor Ekonomi

Tingkat ekonomi yang rendah dapat menjadi penyebab kekurangan gizi karena porsi dan jenis makanan yang disajikan tidak memenuhi gizi seimbang. Bila ini berlangsung dalam waktu yang lama akan menyebabkan kekurangan gizi pada anak. Kuantitas dan kualitas pangan juga menjadi faktor kekurangan gizi. Kuantitas berkaitan dengan tersedianya pangan yang tidak mencukupi kebutuhan energi bagi tubuh. Kualitas berkaitan dengan kebutuhan tubuh terhadap zat gizi yang diperlukan untuk pertumbuhan, perbaikan jaringan dan pemeliharaan tubuh dengan segala fungsinya (Anisa et al., 2015)

3. Faktor Sosial Budaya

Lingkungan keluarga yang tidak stabil sangat rentan terhadap kekurangan gizi. Tingkat pendidikan berpengaruh terhadap status gizi seseorang. Pendidikan seseorang yang tinggi, memungkinkan pendapatan yang meningkat sehingga daya beli makanan juga bisa meningkat dan mampu memenuhi asupan gizi seimbang.

4. Faktor Biologis/Genetik

Sifat yang diwariskan dari orang tua dapat berpengaruh terhadap status gizi anak. Contoh; kedua orang tua yang obesitas memiliki risiko 80% untuk nanti anaknya mengalami obesitas. Namun, bila hanya satu yang mengalami obesitas risiko diturunkan ke anak hanya 40% dan bila anak tersebut memiliki kedua orang tua yang bertubuh ramping maka risiko terjadi obesitas hanya 7% (Andini, Aditiawati and Septadina, 2016).

7.3 Upaya Perbaikan Gizi

Upaya Perbaikan Gizi bagi Masyarakat bertujuan untuk meningkatkan mutu gizi perorangan dan masyarakat, antara lain melalui perbaikan pola konsumsi makanan, perbaikan perilaku sadar gizi dan kesehatan sesuai dengan kemajuan ilmu dan teknologi.

Berikut dijabarkan beberapa upaya perbaikan gizi yang perlu dilakukan pada setiap masalah gizi yang ada pada anak dan remaja:

Kurang Vitamin A (KVA)

Permasalahan gizi utama di Indonesia salah satunya adalah Kurang Vitamin A (KVA). KVA biasanya dialami oleh balita dan dapat berpengaruh terhadap status gizi, status kesehatan, angka morbiditas dan mortalitas balita (Pratiwi, 2013). Vitamin A merupakan zat gizi esensial untuk penglihatan, reproduksi, pertumbuhan dan sekresi lendir/getah. Kekurangan vitamin A dapat meningkatkan risiko terhadap infeksi saluran pernapasan dan keterlambatan pertumbuhan.

Upaya perbaikan gizi untuk mencegah dan menanggulangi masalah Kurang Vitamin A (KVA) adalah menyediakan vitamin yang cukup bagi tubuh. Kebijakan yang ditempuh dalam upaya menyediakan vitamin A yang cukup untuk tubuh antara lain:

1. Melakukan penyuluhan mengenai konsumsi sumber vitamin A alami yang harus ditingkatkan. Sumber vitamin A yang alami berasal dari buah-buahan, sayuran dan pangan lokal.
2. Melakukan fortifikasi atau menambahkan vitamin A pada bahan pangan yang biasa dikonsumsi masyarakat. Misalnya, fortifikasi vitamin A pada produk minyak dan margarin.
3. Pemberian kapsul vitamin A dosis tinggi secara berkala. Pemberian vitamin A dilakukan di Posyandu ataupun Puskesmas.

Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI)

Kurangnya konsumsi yodium akan berdampak menimbulkan gangguan akibat kekurangan iodium (GAKI). Kekurangan yodium dapat memengaruhi kelangsungan hidup dan kualitas hidup manusia. Iodium diperlukan tubuh

dalam jumlah yang kecil namun yodium memiliki fungsi esensial bagi tubuh untuk sintesis hormon tiroid (Djajanti, Prastyawati and Astrid, 2016).

Masalah GAKI tidak hanya disebabkan oleh iodium tetapi ada faktor lain yaitu bahan goitrogenik. Bahan goitrogenik adalah bahan makanan yang dapat menghambat pemanfaatan iodium oleh tubuh.

Upaya perbaikan gizi dalam menangani masalah GAKI antara lain:

1. Penggunaan garam beryodium merupakan salah satu intervensi yang diharapkan secara jangka panjang dapat mengurangi prevalensi GAKI.
2. Penyuluhan kesehatan mengenai GAKI yang dipicu dari faktor lingkungan.
3. Fortifikasi bahan pangan dengan iodium.

Anemia

Anemia merupakan salah satu masalah kesehatan utama di negara berkembang termasuk di Indonesia. Anemia gizi besi ditandai dengan rendahnya kadar hemoglobin yang dapat menimbulkan gejala lesu, lelah, lemah, letih, dan cepat lupa yang akan berakibat menurunkan prestasi belajar, olahraga, dan produktivitas kerja. Selain itu, anemia gizi besi dapat menurunkan daya tahan tubuh sehingga tubuh mudah terserang infeksi.

Upaya perbaikan gizi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah anemia adalah memperbanyak makanan yang mengandung zat besi dalam kadar cukup tinggi seperti; telur, kangkung, ikan segar, kacang hijau, tempe, kedelai, beras merah, bayam dan daging sapi. Fortifikasi bahan pangan yang mengandung zat besi seperti fortifikasi tepung terigu, flakes dengan zat besi untuk mencegah anemia. Pemberian edukasi gizi juga efektif dalam meningkatkan rata-rata asupan zat besi pada remaja putri (Marfuah and Kusudaryati, 2016).

Stunting

Stunting merupakan masalah gizi kronis yang diakibatkan kurangnya asupan gizi dalam jangka waktu yang panjang, sehingga pertumbuhan pada anak menjadi terganggu. Stunting menjadi salah satu penyebab terhambatnya tinggi badan anak, sehingga bila dibandingkan dengan anak-anak seusianya tingginya lebih rendah. Di Indonesia terdapat penurunan prevalensi balita

stunting pada tahun 2013 sebesar 37,2 % dan pada tahun 2018 sebesar 30,8% (Satriawan, 2018). Namun demikian tantangan percepatan penurunan stunting masih cukup besar.

Upaya perbaikan gizi yang dilakukan oleh Pemerintah antara lain:

1. Mengefektifkan program-program pencegahan stunting.
2. Melakukan advokasi, kampanye dan diseminasi terkait stunting serta upaya pencegahannya.
3. Mengoptimalkan koordinasi penyelenggaraan intervensi spesifik dan sensitif di semua tingkatan yang terkait perencanaan, penyelenggaraan, pemantauan dan evaluasi.
4. Intervensi Gizi spesifik dan gizi sensitif prioritas dilakukan pada ibu hamil dan anak usia 0-2 tahun. Sedangkan sasaran penting bagi remaja dan wanita usia subur serta anak 24-59 bulan.

Berikut merupakan intervensi yang telah disusun oleh Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan (TNP2K) Republik Indonesia pada Strategi Nasional Percepatan Pencegahan Stunting 2018-2024.

Tabel 7.1: Intervensi Gizi Spesifik Untuk Pencegahan Stunting di Indonesia (Satriawan, 2018)

Kelompok Sasaran	Intervensi Prioritas	Intervensi Penting	Intervensi Sesuai Kondisi
Intervensi gizi spesifik – Sasaran Prioritas			
Ibu hamil	• Pemberian makanan tambahan bagi ibu hamil dari kelompok miskin • Suplemen penambah darah	• Pemeriksaan kehamilan • Suplementasi kalsium	• Perlindungan dari malaria • Pencegahan HIV
Ibu menyusui dan anak 0-23 bulan	• Promosi dan konseling menyusui dan pemberian makan bayi dan anak (PMBA) • Pemberian makanan tambahan bagi anak gizi kurang • Pemantauan pertumbuhan	• Suplementasi kapsul vitamin A dan taburia • Suplemen zinc untuk pengobatan diare	• Pencegahan kecacangan
Intervensi gizi spesifik – Sasaran Penting			
Remaja dan wanita usia subur	• Suplementasi tablet tambah darah		
Anak 24-59	• Pemberian makanan	• Suplementasi	• Pencegahan ke

bulan	tambahan pemulihan bagi anak gizi kurang akut • Pemantauan pertumbuhan	kapsul vitamin A • Suplementasi taburia • Suplementasi zinc untuk pengobatan diare • Manajemen terpadu balita sakit (MTBS)	cacingan
-------	--	--	----------

Tabel 7.2: Intervensi Gizi Sensitif Untuk Pencegahan Stunting di Indonesia (Satriawan, 2018)

Jenis Interferensi	Program/Kegiatan Intervensi
Peningkatan penyediaan air minum dan sanitasi	• Akses air minum yang aman • Akses sanitasi yang layak
Peningkatan akses dan kualitas pelayanan gizi dan kesehatan	• Akses pelayanan Keluarga Berencana (KB) • Akses Jaminan Kesehatan (JKN) • Akses bantuan uang tunai untuk keluarga kurang mampu (PKH)
Peningkatan kesadaran, komitmen, dan praktik pengasuhan dan gizi ibu dan anak	• Penyebarluasan informasi melalui berbagai media • Penyediaan konseling perubahan perilaku antar pribadi • Penyediaan konseling pengasuhan untuk orang tua • Akses Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) dan pemantauan tumbuh-kembang anak • Penyediaan konseling kesehatan dan reproduksi untuk remaja • Pemberdayaan perempuan dan perlindungan anak
Peningkatan akses pangan bergizi	• Akses bantuan pangan non tunai (BPNT) untuk keluarga kurang mampu • Akses fortifikasi bahan pangan utama (garam, tepung terigu, minyak goreng) • Akses kegiatan Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) • Penguatan regulasi mengenai label dan iklan pangan

Wasting

Wasting disebut dengan kurus atau gizi kurang. Wasting merupakan kondisi di mana berat badan anak menurun, sangat kurang atau berada di bawah rentang normal. Terjadinya wasting (tubuh kurus) bisa disebabkan adanya ketidakseimbangan antara energi yang masuk dan energi yang keluar dari tubuh. Wasting terjadi antara lain karena kurang makan gizi seimbang, nafsu makan menurun dan aktivitas fisik yang terlalu berat (Akombi et al., 2017) .

Upaya yang dapat dilakukan dalam perbaikan gizi untuk anak yang mengalami wasting atau tubuh kurus antara lain:

1. Meningkatkan produksi beraneka ragam pangan untuk memenuhi persediaan pangan nasional
2. Meningkatkan pelayanan gizi terpadu seperti Pos Pelayanan Terpadu (Posyandu). Permasalahan gizi dan kesehatan terutama pada balita dapat dicegah melalui kegiatan edukasi melalui Posyandu.
3. Penyelenggaraan Inovasi Gizi melalui kegiatan Usaha Perbaikan Gizi Keluarga (UPGK). Melalui kegiatan ini, ibu-ibu dibekali ilmu dalam membuat inovasi pangan yang dapat meningkatkan gizi untuk konsumsi anaknya. Kegiatan ini diharapkan dapat membuat ibu-ibu mandiri dalam memelihara dan meningkatkan derajat kesehatan dan gizi pada anak.
4. Mengembangkan produk pangan yang bermutu dan dapat dijangkau masyarakat luas dengan teknologi pangan yang ada. Misal, pembuatan camilan sehat berupa cookies untuk balita wasting dengan bahan lokal.
5. Intervensi langsung kepada anak yang mengalami wasting dengan Pemberian Makanan Tambahan (PMT). Anak wasting memerlukan makanan khusus dengan komposisi gizi makanan berada antara anjuran untuk anak sehat dan makanan terapi untuk anak gizi buruk (Kustiyah, Dewi and Puspitasari, 2013). Contoh PMT yaitu, pembuatan kue kering yang disuplementasi cabuk (fermentasi bungkil wijen) menjadi alternatif pangan yang tinggi protein dan tinggi energi (Kusuma et al., 2021).

Obesitas

Obesitas atau kelebihan berat badan memiliki risiko utama kelima kematian global. Obesitas tidak hanya dialami di negara maju, tetapi di negara berkembang. Obesitas terjadi karena asupan energi lebih tinggi daripada energi yang dikeluarkan. Asupan energi tinggi ini dikarenakan konsumsi makanan yang tinggi lemak dan tinggi sumber energi, energi pengeluaran yang rendah karena aktivitas fisik yang kurang dan *sedentary lifestyle* (Rizona, Rahmawati and Septiawati, 2021)

Upaya perbaikan gizi untuk obesitas dilakukan dengan menyeimbangkan masukan dan keluaran energi melalui pengurangan makanan dan penambahan latihan fisik. Penyeimbangan masukan energi dilakukan dengan membatasi konsumsi lemak dan karbohidrat. Edukasi gizi seimbang dapat dilakukan pada tingkat sekolah dengan adanya konseling gizi (Gifari et al., 2020).

Mengajarkan hidup sehat melalui konsumsi makanan bergizi seimbang dan peningkatan aktivitas fisik untuk mencegah kejadian obesitas pada anak. Konsumsi probiotik juga berperan dalam pencegahan dan penurunan obesitas. Mikrobiota pada probiotik berpotensi mencegah atau mengobati obesitas dan gangguan metabolisme terkait. Strategi ini merupakan manipulasi diet, seperti penggunaan prebiotik, probiotik atau sinbiotik (Putri, Irfanuddin and Murti, 2021).

Upaya perbaikan obesitas pada anak karena faktor keturunan dapat diatasi dengan pemberian informasi mengenai obesitas dan perencanaan lebih lanjut mengenai obesitas. Menggiatkan monitoring status gizi anak sekolah terutama siswa SD untuk memantau pertumbuhan dan perkembangan status gizinya (Permatasari, Mayulu and Hamel, 2013).

Bab 8

Kecukupan Zat Gizi

8.1 Pendahuluan

Derajat kesehatan seseorang sangat tergantung pada pemenuhan kecukupan zat gizinya. Tubuh manusia sebagai unit biologis melakukan proses biokimia yang berlangsung secara terus-menerus. Untuk mendukung proses tersebut tubuh memerlukan berbagai zat gizi dalam jumlah yang memadai. Selain zat gizi, tubuh juga memerlukan energi yang didapatkan dari oksidasi senyawa karbohidrat, protein, dan lemak. Energi hasil oksidasi digunakan untuk menjalankan proses metabolisme, fungsi fisiologis, aktivitas otot, produksi panas, sintesis senyawa dan pertumbuhan jaringan baru (NHMRC, 2006). Vitamin dan mineral diperlukan untuk mendukung proses biokimia, mekanik, dan pertumbuhan dan pemeliharaan organ tubuh.

Kekurangan asupan zat gizi dalam intensitas waktu tertentu mengakibatkan masalah-masalah kesehatan. Di Indonesia masalah kesehatan yang banyak ditemukan sebagai dampak dari kekurangan asupan gizi adalah kasus balita pendek dan sangat pendek, yaitu sebanyak 30,8%. Kasus gizi buruk dan gizi kurang sebanyak 17,7%. Sementara juga dilaporkan tingginya prevalensi anemia pada balita dan remaja, yaitu masing-masing 38,5 dan 32,0%. Selain masalah kekurangan asupan, masalah kesehatan juga dapat terjadi akibat kelebihan asupan gizi maupun asupan yang tidak seimbang. Proporsi orang dewasa dengan obesitas pada tahun 2018 sebanyak 21,8%, diabetes melitus

8,5%, dan hipertensi 34.1% (Kemenkes, 2018). Untuk mencegah terjadinya masalah-masalah kesehatan terkait asupan gizi tersebut, maka keberadaan pedoman konsumsi makan merupakan hal esensial.

Bab ini membahas tentang konsep kecukupan energi dan gizi sebagai dasar penetapan pedoman makan, karakteristik dan manfaat angka kecukupan gizi bagi berbagai pemangku kepentingan.

8.2 Konsep Kecukupan Gizi

Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan (AKG) merupakan pedoman yang berisi jumlah asupan energi dan zat gizi harian bagi masyarakat dalam rangka memenuhi kecukupan gizinya. Pemenuhan kecukupan gizi berfungsi untuk membantu mendapatkan derajat kesehatan yang optimal. Selain kecukupan gizi, optimalisasi derajat kesehatan dicapai dengan penerapan gaya hidup sehat sehari-hari, termasuk di antaranya melakukan aktivitas fisik yang cukup, menerapkan pola hidup bersih, dan menjaga kesehatan rohani serta pengelolaan stres.

Penggunaan istilah kecukupan gizi mengacu kepada konsep umum tentang *Recommended Dietary Allowance* (RDA) yang pertama kali diluncurkan oleh *Food and Nutrition Board* Amerika Serikat pada tahun 1943. RDA dimaknai sebagai angka rata-rata asupan gizi harian yang cukup untuk memenuhi kebutuhan gizi sebagian besar individu sehat, (97 – 98% anggota populasi) sesuai dengan kelompok umur dan jenis kelamin (IOM, 2006). Konsep tersebut digunakan oleh berbagai otoritas kesehatan di berbagai negara untuk membantu masyarakat dalam memenuhi kecukupan gizi mereka.

Di Kanada konsep kecukupan gizi dikenal sebagai *Recommended Nutrient Intake* (RNI) yang sebelumnya diberi nama *Dietary Standard for Canada*. Dalam perkembangannya komite gabungan Amerika dan Kanada merumuskan konsep baru yang diberi nama *Dietary Reference Intakes* (DRI). Secara prinsip keduanya berbeda dalam beberapa hal. Pertama, penetapan DRI dilakukan dengan pertimbangan tidak hanya pada terbebasnya masyarakat dari kondisi defisiensi, tetapi juga pertimbangan keamanan dan efikasi dalam upaya penurunan risiko kejadian penyakit degeneratif.

Kedua, penetapan *Recommended Dietary Intakes* (RDI) dilakukan dengan menggunakan dasar probabilitas dan risiko. Ketiga, ambang batas atas asupan

zat gizi ditetapkan manakala tersedia data efek negatif akibat mengonsumsi makanan yang mengandung zat gizi tertentu. Keempat, komponen bahan pangan yang mungkin tidak masuk dalam definisi zat gizi secara konvensional, namun jika memiliki peluang positif bagi peningkatan kesehatan maka dipertimbangkan penetapan kecukupannya (IOM, 2006). Berdasarkan hal-hal tersebut, maka dapat dilihat bahwa esensi DRI merupakan pengembangan dari konsep kecukupan gizi yang telah ada sebelumnya.

DRI mencakup empat pedoman, yaitu RDA itu sendiri, *Adequate Intake* (AI), *Tolerable Upper Intake Level* (UL), dan *Estimated Average Requirement* (EAR). AI merupakan tingkat asupan harian rata-rata yang direkomendasikan berdasarkan observasi atau eksperimen atau estimasi asupan zat gizi kelompok orang sehat yang dinilai memadai. AI digunakan saat RDA tidak dapat ditetapkan.

UL didefinisikan sebagai asupan zat gizi harian rata-rata tertinggi yang kemungkinan tidak menimbulkan efek negatif bagi kesehatan pada semua anggota populasi pada umumnya. Sedangkan EAR digunakan untuk menunjukkan nilai rata-rata tingkat asupan zat gizi harian yang diperkirakan dapat memenuhi kebutuhan gizi dari setengah populasi sehat dalam kelompok umur atau jenis kelamin (IOM, 2005; IOM, 2006).

8.3 Penentuan Kecukupan Gizi

Proses penentuan angka kecukupan gizi dilakukan dengan menggunakan data observasi dan percobaan pada manusia (IOM, 2006). Individu sehat sebagai sampel dipilih dari kelompok yang mewakili populasi di mana angka kecukupan akan digunakan. Berbagai jenis data yang digunakan dalam penentuan kecukupan gizi meliputi asupan gizi, keadaan klinis akibat defisiensi zat gizi, nilai biologi makanan, termasuk variabilitas individu, dan kebutuhan gizi.

Data asupan gizi didapatkan dengan metode kuantitatif seperti *food recall* selama 24 jam atau metode lain sesuai dengan keadaan sumber data dan ketersediaan sarana pengumpulan data. Kondisi klinis akibat defisiensi dapat diketahui dari penelitian epidemiologi dan studi kesetimbangan (*balance study*) yang menunjukkan respons metabolik maupun fisiologis akibat perubahan asupan gizi. Dalam kondisi tertentu, untuk mempelajari hubungan

asupan dan proses biologis dalam tubuh mungkin juga dilakukan berdasarkan ekstrapolasi hasil penelitian pada hewan coba. Kebutuhan suatu zat gizi ditetapkan sebagai asupan minimum untuk menjalankan fungsi normal tubuh dan kesehatan.

Bagi bayi dan anak zat gizi digunakan untuk menjalankan fungsi pertumbuhan dan perkembangan, sedangkan untuk orang dewasa untuk menjaga berat badan serta mencegah penggunaan cadangan dalam tubuh. Ibu hamil dan ibu menyusui memerlukan energi dan zat gizi yang lebih banyak dibandingkan dengan kelompok umur yang sama untuk mendukung pertumbuhan janin dan produksi ASI.

Selanjutnya, RDA ditetapkan berdasarkan nilai EAR, yaitu $RDA = EAR + 2SD$. Cara ini digunakan jika nilai kebutuhan gizi kelompok mengikuti distribusi normal dan SD EAR dapat dihitung. Jika kondisi variabilitas data kebutuhan gizi untuk suatu zat gizi tertentu tidak dapat digunakan untuk menghitung SD, maka selama asumsi kenormalan data dapat dipenuhi, RDA ditentukan dengan rumus $RDA = 1,2 \text{ EAR}$ (IOM, 2005). RDA ditetapkan sebesar $1,3 \text{ EAR}$ dalam kondisi SD tidak dapat dihitung sehingga digunakan koefisien of variasi diasumsikan 15% (Dwyer, 2003).

8.3.1 Kecukupan Energi

Energi diperlukan tubuh untuk memenuhi kebutuhan metabolisme basal (Basal Metabolic Rate/BMR), melakukan aktivitas fisik, mencerna makanan, dan sintesis jaringan atau pertumbuhan. Penggunaan untuk BMR mencerminkan kebutuhan energi untuk menjalankan fungsi fisiologis dasar yang seperti metabolisme sel, sintesis dan kerja hormon dan enzim, sirkulasi senyawa metabolik dalam tubuh, pemeliharaan suhu tubuh, serta mendukung fungsi jantung dan otak. BMR merupakan komponen terbesar dalam penggunaan energi dengan nilai berkisar antara 45 – 70% dari penggunaan harian (NHMRC, 2006).

Nilai BMR dipengaruhi oleh umur. Pada bayi sebanyak 44% kebutuhan energi basal digunakan untuk organ otak dan hanya 5% untuk otot. Pada orang dewasa kebutuhan untuk otak sekitar 19% dan otot 18% (WHO, 1985). Selain BMR, energi digunakan untuk melakukan aktivitas fisik, misalnya melakukan pekerjaan rutin harian di rumah, di tempat kerja luar rumah, sekolah, dan aktivitas yang menguras energi khusus seperti berolahraga. Penggunaan energi untuk aktivitas fisik merupakan terbesar kedua setelah BMR.

Energi juga diperlukan untuk memproses makanan dalam tubuh sehingga zat gizi yang dikandungnya dapat dimanfaatkan oleh organ tubuh yang membutuhkan. Peningkatan penggunaan energi akibat mengonsumsi makanan dikenal dengan *Thermic Effect of Food* (TEF). Peningkatan BMR akibat efek tersebut diperkirakan sebesar 10% dalam sehari setelah mengonsumsi makanan yang bervariasi (NHMRC, 2006).

Selain hal-hal tersebut, pertumbuhan sel juga memerlukan energi. Mengingat laju pertumbuhan tertinggi terjadi pada masa bayi, maka seiring dengan pertambahan usia kebutuhan energi untuk pertumbuhan juga menurun. Energi tubuh didapatkan dari metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak di mana untuk setiap satu gram menghasilkan energi masing-masing sebesar 4 Kal untuk karbohidrat dan protein, dan 9 Kal untuk lemak. Koefisien faktor konversi tersebut dikenal dengan faktor Atwater. Angka kecukupan energi untuk masyarakat Indonesia ditetapkan sebesar 2100 Kal/orang/hari (Kemenkes, 2019).

8.3.2 Kecukupan Zat Gizi Makro

Protein berfungsi sebagai zat pembangun sel tubuh. Komponen penyusun protein, yaitu asam-amino, diperlukan sebagai prekursor berbagai senyawa penting dalam tubuh seperti hormon, enzim, asam nukleat, enzim, dan membran sel. Kebutuhan protein ditentukan berdasarkan kajian keseimbangan nitrogen. Kecukupan protein untuk laki-laki dan wanita sebesar 0,80 g per kg BB per hari. Untuk orang Indonesia, rata-rata kecukupan protein ditetapkan 57 gram per orang per hari (Kemenkes, 2019).

Sedangkan untuk asam amino, sebagaimana zat gizi lain, ditentukan dengan studi isotop dan model regresi. Jika kecukupan protein dan energi tidak terpenuhi tubuh mengalami kekurangan gizi yang disebut dengan PEM (Protein Energy Malnutrition).

Protein hewani mengandung beragam asam-amino yang dibutuhkan tubuh sehingga sering disebut protein lengkap. Sedangkan kandungan asam amino dalam protein nabati umumnya tidak selengkap dalam protein hewani. Mutu protein ditentukan oleh dua faktor, yaitu daya cerna dan komposisi asam amino yang dikandungnya.

Selain protein, zat gizi makro yang penting bagi tubuh adalah lemak. Selain sebagai sumber energi lemak membantu penyerapan vitamin A, D, E, dan K serta karotenoid. Selain lemak total, AKG bagi masyarakat Indonesia juga

mencakup asam lemak omega-3 dan omega-6, di mana tubuh tidak dapat tidak bisa disintesis kedua jenis asam lemak tersebut sehingga harus didapatkan dari asupan bahan makanan. Omega-3 terdapat pada ikan, minyak ikan, minyak sayur, minyak kedelai dan kanola. Konsumsi omega-3 bermanfaat untuk mencegah berbagai penyakit degeneratif seperti jantung dan pembuluh darah. Omega-6 terdapat pada minyak sayur dan biji-bijian, berfungsi untuk menurunkan lemak “jahat” LDL (low density lipoprotein) dan meningkatkan lemak “baik” HDL (high density lipoprotein). Secara struktur kimia istilah omega digunakan untuk menunjukkan letak ikatan ganda atom C pada rumus bangun asam lemak dihitung dari sisi ujung metil. Ikatan ganda asam lemak omega-3 berarti terletak pada atom C nomor 3 dari gugus metil, omega-6 pada nomor 6, dan seterusnya.

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh. AKG karbohidrat ditetapkan untuk anak dan dewasa sebesar 130 g/hari berdasarkan kebutuhan minimal otak terhadap glukosa. Otak merupakan satu-satunya organ yang tergantung karbohidrat (IOM, 2005).

Selain AKG, terdapat pedoman tentang distribusi zat gizi sumber energi terhadap total energi, yaitu *Acceptable Macronutrient Distribution Ranges* (AMDR). Berbeda dengan DRI yang memberikan pedoman jumlah asupan, AMDR digunakan sebagai panduan dalam perencanaan menu sehat di mana unsur penurunan risiko penyakit sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian epidemiologi atau klinik telah dimasukkan sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan pedoman. Rekomendasi AMDR disajikan pada Tabel 8.1.

Tabel 8.1: Pedoman Distribusi Zat Gizi Terhadap Energi

Zat Gizi Makro	AMDR (persen terhadap energi) ¹⁾		
	Anak 1-3 th	Anak 4-18th	Dewasa
Lemak	30 – 40	25 – 35	20 – 35
- Asam linoleat ²⁾	5 – 10	5 – 10	5 – 10
- Asam α -linolenat ²⁾	0,6 – 1,2	0,6 – 1,2	0,6 – 1,2
Karbohidrat	45 – 65	45 – 65	45 – 65
Protein	5 – 20	10 – 30	10 – 35

Anjuran lainnya:

Kolesterol: Serendah mungkin disertai konsumsi makanan bergizi

Asam lemak trans: Serendah mungkin disertai konsumsi makanan bergizi

Asam lemak jenuh: Serendah mungkin disertai konsumsi makanan bergizi

Gula tambahan: Batasi maksimal asupan sampai tidak lebih dari 25% total energi³⁾

Keterangan: 1) Persen asupan energi terkait penurunan risiko penyakit kronik, namun tetap menyediakan zat gizi esensial yang cukup, 2) Kira-kira 10% total dapat berasal dari asam lemak n-3 atau n-6 yang lebih panjang, 3) Bukan asupan kecukupan Sumber: (IOM, 2006)

Kecukupan vitamin bagi masyarakat Indonesia ditetapkan untuk empat vitamin larut lemak (A, D, E, K), 10 vitamin larut air (B1, B2, B3, B5, B6, folat, B12, biotin, kolin, dan vitamin C). Sedangkan untuk mineral sebanyak 14 jenis, yaitu kalsium, fosfor, magnesium, besi, yodium, seng, selenium, mangan, flour, kromium, kalium, natrium, klorin, dan tembaga (Kemenkes, 2019).

8.4 Karakteristik AKG

Spesifik Untuk Kelompok Sasaran

Sesuai dengan proses penetapannya, AKG tertentu berlaku untuk kelompok sasaran di mana data dasar sebagai bahan penyusunannya dikumpulkan. Mengingat faktor-faktor yang menentukan kebutuhan energi dan zat gizi tergantung data berat badan, tinggi badan suatu kelompok, maka penerapan AKG pada kelompok dapat menimbulkan asupan yang kurang atau berlebih. Kelompok sasaran yang dimaksudkan sebagai pengguna AKG dalam keadaan sehat atau tidak mengalami gangguan fisiologis yang menyebabkan perlunya penyesuaian kebutuhan zat gizi khusus.

Sebagai contoh rekomendasi untuk pasien di rumah sakit dengan kondisi obesitas yang sesuai adalah pemberian diet rendah energi dan tinggi protein. Asupan energi dan protein diberikan masing-masing sebanyak 22 – 25 Kal/kg BB ideal dan 2g/kg BB ideal per hari untuk pasien dengan indeks massa tubuh 30 – 93,9 kg/m² (Dickerson et al., 2017).

Mengingat sasaran yang spesifik, maka tiap wilayah atau negara memiliki pedoman kecukupan gizi masing-masing. Australia dan New Zealand menggunakan istilah *Nutrient Reference Values* (NRV) sejak 2006 yang memberikan rekomendasi asupan energi dan 36 macam zat gizi. NRV disusun sejak 1997 untuk menggantikan pedoman sebelumnya, yaitu RDI yang hanya mencakup rekomendasi 19 jenis zat gizi (NHMRC, 2006). Istilah lain terkait kecukupan adalah *Dietary Reference Values* (DRV) yang digunakan di Eropa. RDA untuk masyarakat Indonesia adalah AKG (Angka Kecukupan Gizi), pertama kali dibuat tahun 1968 untuk energi, protein dan 5 vitamin dan 2 mineral (Kemenkes, 2019).

Di Indonesia, konsep RDA diadopsi sebagai AKG. AKG ditetapkan berdasarkan rekomendasi kelompok ahli dalam forum Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG). WNPG merupakan forum ilmiah yang diadakan oleh Lembaga Pengetahuan Indonesia (LIPI) setiap 4-10 tahun sejak tahun 1968. Forum ilmiah di bidang pangan dan gizi tersebut bermula dari adanya instruksi presiden kepada Bappenas pada tahun 1967 untuk menyusun rencana pembangunan ekonomi untuk lima tahun.

Untuk melaksanakan instruksi tersebut Bappenas, LIPI, dan ilmuwan dan *National Academy of Sciences* (NAS) Amerika Serikat mengadakan pertemuan pada tahun 1968. Selain Bappenas dan LIPI, saat ini pihak-pihak yang terlibat dalam WNPG antara lain Kemenkes, Kementan, Kemenristek, BPOM, dan KKP.

NAS telah berpengalaman melakukan tugas serupa pada saat awal perang dunia kedua saat diberi tugas oleh pemerintah Amerika Serikat untuk membuat rekomendasi asupan zat gizi bagi personel angkatan bersenjata dan masyarakat pada umumnya. Lembaga tersebut membentuk tim khusus dengan nama *Food and Nutrition Board* dan menghasilkan rekomendasi yang selanjutnya dikenal dengan *Recommended Dietary Allowances* (RDAs).

Ditetapkan Pada Tingkat Konsumsi

Nilai AKG ditetapkan pada tingkat konsumsi, yaitu keadaan di mana jumlah zat gizi sebenarnya yang dimanfaatkan tubuh. Jumlah dan jenis bahan makanan yang diperlukan untuk memenuhi AKG individu atau kelompok sasaran didapatkan dengan memilih bahan pangan dan menghitung zat gizinya dengan bantuan tabel kandungan zat gizi bahan makanan atau dikenal dengan Tabel Komposisi Pangan Indonesia (TKPI) atau Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM). Kandungan zat gizi yang tertera dalam tabel didapatkan dari analisis bahan pangan mentah atau matang, baik tunggal maupun campuran.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan tabel komposisi zat gizi untuk menghitung kebutuhan bahan makanan. Pertama, perbedaan karakteristik pangan pada tabel dan pangan yang akan diolah. Nilai gizi suatu bahan pangan bervariasi sesuai varietas, tingkat ketuaan, dan penanganan pascapanen. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa koefisien varian kandungan protein dan magnesium ubi jalar dari enam varietas masing-masing sebesar 13,44% dan 11,29% (Lyimo et al., 2010).

Kandungan zat gizi bahan pangan juga dipengaruhi oleh kondisi dan praktik pertanian. Penelitian menunjukkan bahwa labu kuning yang ditanam pada kondisi curah hujan rendah dengan pencahayaan matahari lebih banyak menghasilkan labu kuning dengan total antioksidan lebih tinggi.

Demikian pula dilaporkan bahwa pupuk NPK diketahui meningkatkan kandungan antioksidan labu kuning (Oloyede et al., 2012; Oloyede et al., 2014). Kedua, penanganan dan pengolahan dapat menurunkan maupun meningkatkan zat gizi. Kerusakan terjadi khususnya zat gizi larut air yang diproses menggunakan panas. Indikator kerusakan zat gizi selama pengolahan umumnya adalah vitamin C. Beberapa zat gizi seperti β -karoten dapat meningkat selama pengolahan dengan panas basah. Sebagai contoh, antosianin pada sayuran meningkat akibat proses perebusan dan pembekuan (Leong dan Oey, 2012).

Untuk pangan olahan, jumlah zat gizi tergantung pada persiapan dan pengolahan bahan, pengemasan, serta reaksi-reaksi kimia yang terjadi setelah makanan disiapkan sampai sebelum dikonsumsi (holding time). Buah dan sayur yang diolah dengan *juice extractor* atau diblender dengan penambahan air kemudian disaring, menyebabkan peningkatan luas permukaan yang dapat diakses oleh oksigen. Sehingga reaksi oksidasi pada zat gizi yang dikandungnya, misalnya vitamin C dan fenolat mengalami kerusakan. Oleh karena itu konsumsi jus buah dan sayur disarankan tidak lama berselang dari waktu pembuatannya.

Mengikuti Perkembangan Ilmu

Perubahan nilai AKG dari waktu ke waktu ditentukan oleh beberapa faktor utama, yaitu perkembangan ilmu khususnya bidang gizi dan kesehatan. Penelitian yang mengungkap kebutuhan zat gizi makro maupun mikro; misalnya protein, lemak, asam lemak tertentu, serat pangan; yang dilakukan pada populasi sehat maupun kelompok khusus seperti bayi, anak-anak, ibu hamil, manula; sangat memengaruhi penetapan AKG.

Estimasi penggunaan energi tubuh sebelumnya diukur dengan metode kolorimetri langsung, yaitu dengan mengukur panas yang dihasilkan dari orang yang melakukan aktivitas dalam suatu kompartemen. Belakangan ditemukan metode yang dianggap lebih akurat, yaitu *Doubly Labelled Water* (DLW). Dalam metode DLW pengukuran penggunaan energi diestimasi berdasarkan produksi CO₂ setelah mengonsumsi air yang telah ditambah deuterium oksida (2H₂O) dan oksigen-18 (H₂¹⁸O) sebagai indikator.

Sehingga metode DLW yang kemudian digunakan dalam penetapan kebutuhan energi.

Untuk AKG zat gizi lainnya, perkembangan penelitian yang mempelajari efek asupan zat gizi pada tingkat molekuler maupun jaringan sangat berpengaruh pada penetapan AKG. Selain perkembangan ilmu, perubahan data antropometri masyarakat juga menjadi dasar penetapan AKG. Sebagai contoh AKG masyarakat Indonesia tahun 2013 menggunakan referensi median berat badan dan tinggi badan hasil Riset Kesehatan Dasar 2007 dan 2010 di mana angka referensi laki-laki berumur 30 – 49 tahun adalah 62 kg dan 168 cm dengan AKG energi 2625 Kal. Untuk kelompok umur yang sama pada AKG 2019 ditetapkan berat badan dan tinggi badan masing-masing 60 kg dan 166 cm dengan AKG energi 2550 Kal.

8.5 Manfaat AKG

Individu dan Kelompok

AKG dapat digunakan untuk merencanakan kebutuhan bahan makanan harian bagi individu, keluarga atau kelompok. Jumlah dan jenis bahan makanan yang diperlukan dalam kurun waktu tertentu, misalnya untuk stok satu pekan, dihitung dengan bantuan TKPI dan mempertimbangkan bagian yang dapat dimakan (*edible portion*), umur simpan bahan makanan, dan teknologi penyimpanan yang tersedia.

Dalam perencanaan suplai bahan pangan pada suatu unit pengadaan, misalnya; penyelenggaraan makanan banyak seperti rumah sakit, katering, tempat pelatihan dan pendidikan, sekolah, maupun skala yang lebih luas; jumlah bahan makanan mentah yang diperlukan untuk memenuhi AKG harus dihitung dengan faktor koreksi. Koreksi penambahan diperkirakan dengan pertimbangan jumlah kehilangan karena kerusakan akibat pengolahan maupun penghamburan makanan akibat penanganan yang tidak tepat.

Dilihat dari rantai pasok bahan pangan, mulai dari lahan pertanian sampai tingkat produksi, bahan pangan mengalami penurunan kuantitas. Jumlah penurunan dihitung menggunakan indeks *food loss* (FL) dan *food waste* (FW). FL merupakan penurunan kuantitas maupun kualitas bahan pangan yang terjadi selama distribusi melewati titik-titik dalam rantai pasokan dari lokasi pemanenan sampai di tingkat ritel.

Sedangkan FW terjadi akibat penanganan di tingkat ritel, institusi penyelenggaraan makanan, dan konsumen. Nilai FL diperkirakan sebesar 14% secara global, di mana penurunan terbesar terjadi pada komoditas umbi-umbian, tanaman penghasil minyak, buah, dan sayuran. (FAO, 2019). *Food loss and waste* (FLW) Indonesia selama periode 2000-2019 sebesar 23 – 48 juta ton tiap tahun atau setara dengan 115 – 185 kg/kapita/tahun yang mengakibatkan penurunan produk domestik bruto sebesar 4 – 5% per tahun (Bappenas, 2022). Selain untuk perencanaan pengadaan bahan makanan dan menu, AKG juga dapat digunakan untuk menilai tingkat konsumsi makanan harian dengan cara membandingkan zat gizi yang dikonsumsi dan AKG.

Industri Pangan

Peningkatan konsumsi pangan kemasan yang dialami masyarakat perlu diimbangi dengan penyediaan produk yang tetap memperhatikan pemenuhan gizi. Idealnya pengembangan produk yang dilakukan industri pangan ditujukan untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat baik bagi kelompok sehat maupun yang memiliki kebutuhan gizi khusus. Bagi kelompok tanpa kebutuhan zat gizi khusus formulasi produk mengacu kepada AKG dan pedoman lainnya seperti AMDR. Sedangkan bagi kelompok dengan kebutuhan zat gizi khusus, selain AKG juga memperhatikan pemenuhan zat gizi tersebut. Jadi, dasar pengembangan produk yang utama adalah kontribusi produk akhir terhadap pemenuhan kebutuhan gizi.

Berdasarkan hal tersebut, rencana pengembangan produk industri pangan perlu dibuat dengan kendali dari lembaga regulasi berwenang. Data kesehatan dasar terkait kekurangan asupan gizi; seperti tingginya prevalensi anemia pada remaja usia 15-24 tahun (32.0%), hampir semua penduduk (95%) mengalami kekurangan asupan buah dan sayur (Kemenkes, 2018); merupakan dasar yang tepat dalam pengembangan formula. Pada prinsipnya, setiap produk yang dirancang selalu terkait dengan masalah gizi yang sedang dialami masyarakat. Pengembangan produk yang semata-mata dilakukan dengan motif keuntungan atau lebih mengedepankan sensasi rasa, mode, atau sekedar berbeda dari produk kompetitor sebaiknya dihindari.

Pembuat Kebijakan dan Regulasi

AKG dapat digunakan sebagai dasar dalam menetapkan kebijakan terkait manajemen sumber daya manusia bagi pemangku kepentingan di bidang kesehatan atau yang terkait. Makanan merupakan kebutuhan dasar manusia, sehingga kebutuhan dasar yang tidak terpenuhi berdampak langsung pada

kesehatan, produktivitas, dan kapasitas sumber daya manusia secara umum. Berbagai kebijakan yang mencakup kecukupan gizi masyarakat umum secara luas antara lain pembuatan pedoman gizi seimbang, fortifikasi pangan, penentuan upah minimum, penentuan garis kemiskinan, dan regulasi tentang informasi gizi pada label pangan kemasan (Kemenkes, 2019).

Dalam pembuatan pedoman gizi, yaitu Pedoman Gizi Seimbang (PGS) yang merupakan pengembangan konsep “4 sehat 5 sempurna” (4S-5S) dan Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS) pada masa sebelumnya, AKG digunakan sebagai acuan dasar. PGS menekankan beberapa hal yang tidak ada di 4S-5S, yaitu porsi makan. Pedoman asupan harian orang dewasa adalah makanan 3-4 porsi, sayur 3-4 porsi, buah 2-3 porsi, lauk 2-4 porsi, air putih 8 gelas, dan batasi penggunaan gula, garam dan minyak. PGS menekankan pada prinsip konsumsi pangan yang beraneka ragam, selain perilaku hidup bersih, melakukan aktivitas fisik yang cukup dan menjaga berat badan normal.

Konsumsi makanan yang beragam merupakan kunci untuk mendapatkan zat gizi yang cukup. Hal ini disebabkan karena tiap jenis makanan mengandung zat gizi tertentu dalam jumlah yang tinggi, sementara rendah untuk zat gizi lainnya. Sehingga, kekurangan zat gizi dari suatu bahan dapat dipenuhi dari bahan makanan lainnya.

Berdasarkan data yang tersedia, secara nasional keragaman konsumsi pangan anak di bawah dua tahun masih rendah. Survei menunjukkan bahwa proporsi anak 6-23 bulan yang mengonsumsi makanan beragam hanya 46,6%. Makanan dinilai beragam jika konsumsi berasal dari empat kelompok makanan atau lebih. Kelompok makanan sebagai acuan adalah (1) sereal dan umbi-umbian, (2) kacang-kacangan, (3) susu dan produk olahannya, (4) daging, ikan, ayam, hati, (5) telur, (6) sayur dan buah sumber vitamin A, dan (7) sayur dan buah yang lain (Kemenkes, 2018).

Bab 9

Status Gizi

9.1 Pendahuluan

Gizi yang optimal merupakan salah satu faktor penting untuk mendukung terciptanya sumber daya masyarakat yang berkualitas. Salah satu indikator tercapainya SDM yang berkualitas adalah status gizi. Status gizi dapat menggambarkan kondisi kesehatan masyarakat. Status gizi sebagai kondisi akibat asupan dan penggunaan zat gizi makanan terhadap kebutuhan tubuh. Kebutuhan gizi setiap individu berbeda-beda tergantung pada usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, aktivitas tubuh dan kondisi fisiologis (Almatsier, 2002).

Kondisi status gizi yang baik atau optimal terjadi bila tubuh memperoleh cukup asupan zat gizi atau saat jumlah dan kualitas asupan zat gizi sesuai dengan kebutuhan tubuhnya. Kondisi ketidakseimbangan asupan zat gizi terhadap kebutuhan tubuhnya akan mengakibatkan masalah gizi atau malnutrisi, yakni gizi kurang dan gizi lebih. Status gizi kurang terjadi saat jumlah asupan gizi lebih rendah dibandingkan kebutuhan tubuh, sebaliknya status gizi lebih terjadi akibat jumlah asupan zat gizinya melebihi jumlah zat gizi yang dibutuhkan tubuh.

Indonesia merupakan salah satu negara yang masih menghadapi masalah gizi, yakni gizi pendek (stunted), gizi kurang (wasted), gizi kurang (underweight),

gizi lebih (overweight). Hasil Studi Status Gizi Indonesia tahun 2021 melaporkan bahwa secara umum tren status gizi balita Indonesia membaik dari tahun ke tahun (Kementerian Kesehatan RI, 2021). Pada tahun 2018 masalah gizi pendek (stunted) sekitar 30,8% dan mengalami penurunan menjadi 27,7% pada tahun 2019 dan 24,4% pada tahun 2021. Pada tahun 2018 masalah gizi kurang (underweight/ BB/U) sekitar 17,7% dan mengalami penurunan menjadi 16,3 % pada tahun 2019 dan naik menjadi 17% pada tahun 2021.

Pada tahun 2018 masalah gizi kurang (wasted/ BB/TB) sekitar 10,2% dan mengalami penurunan menjadi 7,4 % pada tahun 2019 dan turun menjadi 7,1% pada tahun 2021. Pada tahun 2018 masalah gizi lebih (obesitas) sekitar 8% dan mengalami penurunan menjadi 4,5 % pada tahun 2019 dan turun menjadi 3,8% pada tahun 2021.

Penentuan status gizi dapat dinilai dengan berbagai metode, yaitu antropometri (anthropometry), biokimia (biochemistry), klinis (clinic), dan konsumsi makanan (dietary). Penilaian status gizi dapat menggunakan indikator tunggal maupun indikator gabungan sehingga akan menghasilkan diagnosa masalah gizi yang lebih tepat. Penentuan penggunaan metode penilaian status gizi perlu mempertimbangkan waktu, biaya, tenaga, tingkat ketelitian penilaian yang diharapkan dan banyaknya orang yang akan dinilai status gizinya.

Hal ini dikarenakan setiap cara penilaian status gizi memiliki kelebihan dan kelemahan sehingga pemilihan cara penilaian status gizi perlu disesuaikan dengan tujuan penilaian status gizi tersebut.

Pengertian dan Kategori Status Gizi

Status gizi adalah kondisi kesehatan seseorang atau sekelompok orang yang diakibatkan oleh konsumsi, penyerapan dan penggunaan zat gizi makanan. Status gizi dapat menggambarkan status kesehatan seseorang maupun kelompok. Status gizi dipengaruhi oleh banyak faktor. Supriasa (2001) menyebutkan keadaan gizi seseorang dipengaruhi oleh konsumsi makanan dan tingkat kesehatan.

Konsumsi makanan dipengaruhi oleh ketersediaan pangan, akses pangan, dan pola asuh keluarga. Sedangkan tingkat kesehatan seperti penyakit infeksi yang menyebabkan penyerapan gizi tidak optimal dipengaruhi oleh pelayanan kesehatan dan kesehatan lingkungan (NACS, 2016).

Status gizi dikategorikan menjadi tiga yaitu gizi normal, gizi kurang dan gizi lebih (Hardinsyah dan Supariasa, 2016):

1. Status gizi normal atau gizi baik

Merupakan ukuran status gizi yang memiliki keseimbangan asupan jumlah energi dan zat gizi yang masuk ke dalam tubuh sama dengan jumlah yang dikeluarkan tubuh sesuai dengan kebutuhan tubuh. Status gizi normal ini menjadi suatu keadaan yang ideal dan diharapkan karena bermanfaat untuk kesehatan tubuh yang optimal, terhindar berbagai penyakit baik penyakit infeksi dan degeneratif serta dukungan produktivitas tubuh.

2. Status gizi kurang atau *undernutrition*

Merupakan keadaan ketidakseimbangan gizi seseorang yang memiliki asupan jumlah energi dan zat gizi yang masuk ke dalam tubuh lebih rendah dibandingkan dengan energi dan zat gizi yang dibutuhkan tubuh. Kondisi gizi kurang akan berakibat fatal seperti gangguan pertumbuhan, kecerdasan, imunitas dan mengurangi potensi produktivitas tubuh.

3. Status gizi lebih atau *overnutrition*

Merupakan keadaan ketidakseimbangan gizi seseorang yang memiliki asupan jumlah energi dan zat gizi masuk lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah energi dan zat gizi yang dibutuhkan tubuh. Kelebihan energi dari makanan yang dikonsumsi seperti sumber karbohidrat, lemak dan protein akan menyebabkan timbunan lemak sehingga menyebabkan *overweight* dan obesitas. Kelebihan asupan vitamin dan mineral akan menyebabkan toksisitas.

Gizi kurang dan Gizi lebih ini disebut juga masalah gangguan gizi atau malnutrisi (gizi salah). Malnutrisi dibedakan menjadi primer dan sekunder. Malnutrisi primer adalah masalah gizi yang diakibatkan kekurangan asupan gizi dibandingkan dengan kebutuhan tubuh, sedangkan malnutrisi sekunder diakibatkan oleh gangguan penyakit infeksi sehingga mengganggu penyerapan zat gizi sehingga kekurangan gizi.

Perbedaan malnutrisi ini menjadi penting karena upaya untuk menanggulangnya berbeda, seperti malnutrisi primer dapat ditanggulangi

dengan pemberian asupan makanan yang cukup sedangkan malnutrisi sekunder dapat ditanggulangi dengan pengobatan penyakit dan aspek kesehatan lingkungan tempat tinggalnya.

9.2 Penilaian Status Gizi

Penilaian status gizi dapat menggunakan beberapa metode, yaitu antropometri (anthropometry), biokimia (biochemistry), klinis (clinic), dan konsumsi makanan (dietary) (Gibson, 2005). Metode yang digunakan bergantung pada keadaan kekurangan gizi.

Tahapan dan cara penilaian status gizi ditunjukkan pada Tabel 9.1:

Tabel 9.1: Tahapan Kekurangan Gizi dan Cara Penilaian Status Gizi

Tahapan	Tahapan Kekurangan Gizi	Cara Penilaian Status Gizi
1	Ketidak cukupan makanan	Konsumsi makanan
2	Penurunan cadangan zat gizi dalam jaringan tubuh	Biokimia
3	Penurunan kadar zat gizi dalam cairan tubuh	Biokimia
4	Penurunan taraf fungsional dalam jaringan tubuh	Antropometri /biokimia
5	Penurunan aktivitas enzim yang tergantung pada zat gizi	Biokimia
6	Perubahan fungsional	Tingkah laku/fisiologi
7	Gejala-gejala klinis	Klinis
8	Tanda-tanda anatomis	Klinis

9.2.1 Penilaian Status Gizi Metode Antropometri

Antropometri berasal dari kata *anthropos* yang artinya tubuh dan *metros* yang berarti ukuran. Jadi, penilaian status gizi metode antropometri adalah penilaian status gizi dengan mengukur dimensi tubuh dan komposisi tubuh. Parameter penilaian status gizi antropometri antara lain berat badan (BB), tinggi badan (TB) atau panjang badan (PB) lingkaran lengan atas (LLA), lingkaran kepala (LK), lingkaran dada (LD), lingkaran pinggul, tebal lemak di bawah kulit, dan umur.

Penilaian status gizi metode antropometri dapat menggunakan kombinasi parameter yang disebut indeks antropometri. Jenis-jenis indeks antropometri adalah berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TB/U), berat badan menurut tinggi badan (BB/TB), lingkaran lengan atas menurut tinggi

badan (LLA/TB), dan lingkaran lengan atas menurut umur (LLA/U) serta *Body Mass Index* (BMI) atau Indeks Massa Tubuh (IMT).

Indeks antropometri ini tergantung dari tujuan pengukuran status gizi. Penentuan status gizi anak menggunakan Indeks berat badan menurut umur (BB/U), panjang badan atau tinggi badan menurut umur (PB/U atau TB/U), berat badan menurut tinggi badan (BB/TB). WHO menyarankan menggunakan standar deviasi (Z-skor) untuk memantau pertumbuhan yang disajikan pada Tabel 9.2.

$$Z\text{-skor} = \frac{\text{Nilai individu subjek} - \text{nilai median baku rujukan}}{\text{Nilai simpangan baku rujukan}}$$

1. Indeks Berat badan menurut umur (BB/U)

Merupakan parameter yang menggambarkan masa tubuh dan sensitif terhadap perubahan-perubahan yang mendadak serta parameter yang relatif labil. Indeks ini digunakan untuk menilai anak dengan berat badan kurang (*underweight*) atau sangat kurang (*severely underweight*), tetapi tidak dapat digunakan untuk mengklasifikasikan anak gemuk atau sangat gemuk. Penting diketahui bahwa seorang anak dengan BB/U rendah, kemungkinan mengalami masalah pertumbuhan, sehingga perlu dikonfirmasi dengan indeks BB/PB atau BB/TB atau IMT/U sebelum diintervensi.

2. Indeks Panjang Badan menurut Umur atau Tinggi Badan menurut Umur (PB/U atau TB/U)

Tinggi badan merupakan parameter yang menggambarkan pertumbuhan tulang rangka tubuh. Pertambahan tinggi badan relatif tidak sensitif terhadap masalah gizi dalam waktu pendek sehingga tinggi badan dapat menggambarkan status gizi masa lalu. Indeks ini dapat mengidentifikasi anak-anak yang pendek (*stunted*) atau sangat pendek (*severely stunted*), yang disebabkan oleh gizi kurang dalam waktu lama atau sering sakit.

3. Indeks Berat Badan menurut Panjang Badan atau Tinggi Badan (BB/PB atau BB/TB)

Berat badan memiliki hubungan linier dengan tinggi badan. Indeks BB/TB atau BB/PB merupakan indeks yang baik untuk menilai status gizi saat ini dan indeks yang independen terhadap umur. Indeks

BB/PB atau BB/TB ini menggambarkan apakah berat badan anak sesuai terhadap pertumbuhan panjang/tinggi badannya. Indeks ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi anak gizi kurang (*wasted*), gizi buruk (*severely wasted*) serta anak yang memiliki risiko gizi lebih (*possible risk of overweight*). Kondisi gizi buruk biasanya disebabkan oleh penyakit dan kekurangan asupan gizi yang baru saja terjadi (akut) maupun yang telah lama terjadi (kronis).

4. Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U)

Indeks IMT/U digunakan untuk menentukan kategori gizi buruk, gizi kurang, gizi baik, berisiko gizi lebih, gizi lebih dan obesitas. Grafik IMT/U dan grafik BB/PB atau BB/TB cenderung menunjukkan hasil yang sama. Namun indeks IMT/U lebih sensitif untuk penapisan anak gizi lebih dan obesitas. Anak dengan ambang batas IMT/U $>+1$ SD berisiko gizi lebih sehingga perlu ditangani lebih lanjut untuk mencegah terjadinya gizi lebih dan obesitas.

Tabel 9.2: Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak Berdasarkan Indeks (PMK Kemenkes RI No. 2 Tahun 2020) (Kementerian Kesehatan RI, 2020)

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-Skor)
Berat badan menurut Umur (BB/U) Anak usia 0-60 bulan	Berat badan sangat kurang (<i>severely underweight</i>)	< -3 SD
	Berat badan kurang (<i>underweight</i>)	-3 SD sd -2 SD
	Berat badan normal	-2 SD + 1 SD
	Risiko berat badan lebih	$>+1$ SD
Panjang Badan atau tinggi badan (PB/PB atau TB/U) Anak umur 0-60 bulan	Sangat pendek (<i>severely stunted</i>)	< -3 SD
	Pendek (<i>stunted</i>)	-3 SD sd -2 SD
	Normal	-2 SD sd 2 SD
	Tinggi	$>+3$ SD
Berat Badan menurut Panjang Badan (PB/PB atau BB/TB) Anak umur 0-60 bulan	Gizi buruk (<i>severely wasted</i>)	< -3 SD
	Gizi kurang (<i>wasted</i>)	-3 SD sd -2 SD
	Gizi baik (normal)	-2 SD sd $+2$ SD
	Berisiko gizi lebih (<i>possible risk of overweight</i>)	-2 SD sd $+1$ SD
	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	-2 SD sd $+3$ SD
Indek Massa Tubuh menurut umur Indeks Massa Tubuh menurut umur (IMT/U) Anak umur 0-60 bulan	Obesitas (<i>obese</i>)	$>+3$ SD
	Gizi buruk (<i>severely wasted</i>)	< -3 SD
	Gizi kurang (<i>wasted</i>)	-3 SD sd -2 SD
	Gizi baik (normal)	-2 SD sd $+2$ SD
	Berisiko gizi lebih (<i>possible risk of overweight</i>)	-2 SD sd $+1$ SD

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-Skor)
Indek Massa Tubuh menurut umur (IMT/U) Anak umur 5-18 tahun	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	-2 SD sd +3 SD
	Obesitas (<i>obese</i>)	>+3 SD
	Gizi buruk (<i>severely thinness</i>)	-3 SD sd < -2 SD
	Gizi kurang (<i>thinnes</i>)	-2 SD sd +2 SD
	Gizi baik (normal)	-2 SD sd +1 SD
	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	-2 SD sd +2 SD
	Obesitas (<i>obese</i>)	>+2 SD

1. Anak yang termasuk pada kategori ini mungkin memiliki masalah pertumbuhan, perlu dikonfirmasi dengan BB/TB atau IMT/U
2. Anak pada kategori ini termasuk sangat tinggi dan biasanya tidak menjadi masalah kecuali kemungkinan adanya gangguan endokrin seperti tumor yang memproduksi hormon pertumbuhan. Rujuk ke dokter spesialis anak jika diduga mengalami gangguan endokrin (misalnya anak yang sangat tinggi menurut umurnya sedangkan tinggi orang tua normal).
3. Walaupun interpretasi IMT/U mencantumkan gizi buruk dan gizi kurang, kriteria diagnosis gizi buruk dan gizi kurang menurut pedoman Tatalaksana Anak Gizi Buruk menggunakan Indeks Berat Badan menurut Panjang Badan atau Tinggi Badan (BB/PB atau BB/TB).

Penentuan status gizi orang dewasa (usia >18 tahun) di Indonesia menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT). Batas ambang batas IMT berdasarkan FAO/WHO disajikan pada Tabel 9.3.

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)} \times \text{Tinggi badan (m)}}$$

Tabel 9.3: Ambang Batas IMT Untuk Indonesia (Kemenkes R1)

Status Gizi	Kategori	IMT
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	<17,0
	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0 - 18,55
Normal		>18,5 - 25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	>25,0 - 27,0
	Kelebihan berat badan tingkat berat	>27,0

Penilaian status gizi metode antropometri ini banyak digunakan karena mudah digunakan dan relatif murah, alatnya murah dan mudah, handal dalam menilai dan memprediksi status gizi, relatif tidak membutuhkan tenaga ahli, dapat

mendeteksi keadaan gizi masa lampau serta alat ukur antropometri non-invasif. Penilaian status gizi metode biokimia memiliki kelemahan seperti metode tidak sensitif, kesalahan alat, kesulitan petugas serta kesalahan pengukuran yang memengaruhi presisi dan akurasi.

9.2.2 Penilaian Status Gizi Metode Biokimia

Penilaian status gizi metode biokimia atau metode laboratorium dilakukan dengan melakukan pemeriksaan spesimen di laboratorium pada berbagai macam jaringan tubuh seperti darah, urine, feses, dan jaringan tubuh seperti hati dan otot. Metode ini digunakan untuk memberikan peringatan bahwa keadaan malnutrisi yang terjadi telah lebih parah. Pemeriksaan biokimia zat gizi dapat menilai zat besi, status protein, status vitamin, dan status mineral.

Tabel 9.4: Indikator Laboratorium

No	Nama Indikator Laboratorium	Manfaat
A. Penilaian zat besi		
	Hemoglobin (Hb)	Prevalensi anemia
	Hematokrit	
	<i>Ferritin Serum</i> (Sf)	
	<i>Transferrin Saturation</i> (TS)	
	<i>Free erythrocytes protoporphyrin</i> (FEP)	
	<i>Unsaturated iron-binding capacity serum</i>	
B. Penilaian Status Protein		
	Serum protein	Penentuan status protein
	Serum albumin	
	Serum Transthyretin	
C. Penilaian Status Vitamin		
	Vitamin A	Penentuan status vitamin
	Vitamin D	
	Vitamin E	
	Vitamin C	
	Vitamin B1	
	Vitamin B2	
	Vitamin B6	
	Vitamin B12	
D. Penilaian Status Mineral		
	Iodin	Penentuan status mineral
	Zink	
	Kalsium	
	Fosfor	
	Magnesium	
	Krom	
	Selenium	

Keunggulan metode ini adalah hasilnya lebih objektif, valid, lebih tepat dan objektif serta dapat menunjang hasil pemeriksaan metode lain dalam penilaian

status gizi. Sedangkan kelemahan metode ini adalah memerlukan peralatan dan biaya yang relatif mahal, membutuhkan tenaga ahli, kurang praktis di lapangan.

9.2.3 Penilaian Status Gizi Metode Klinis

Penilaian status gizi klinis dilakukan dengan pemeriksaan fisik dan riwayat medis dengan mendeteksi gejala dan tanda-tanda klinis. Pemeriksaan fisik dilakukan terhadap perubahan fisik seperti kulit dan jaringan epitel yang membungkus tubuh yakni rambut, mata, muka, mulut, lidah, gigi dan kelenjar tiroid.

Tanda-tanda klinis masalah gizi dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

1. Kelompok 1
Yaitu kelompok yang memiliki tanda-tanda yang berhubungan dengan gizi kurang atau gizi lebih
2. Kelompok 2
Yaitu kelompok yang memiliki tanda-tanda hasil investigasi (penyelidikan) lanjutan
3. Kelompok 3
Yaitu kelompok yang memiliki tanda-tanda tidak berhubungan dengan gizi meskipun hampir mirip

Tabel 9.5: Daftar Gambaran Fisik dan Pengelompokan Tanda Klinis

Bagian tubuh	Kelompok Tanda Klinis		
	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
Rambut	Kusam dan kering, tipis dan jarang dan mudah rontok	-	-
Wajah	Wajah pucat, tulang pipi menonjol, pengeringan selaput mata dan kornea, penurunan pigmentasi	Perinasal	-
Mata	Selaput mata pucat, kornea mata berwarna putih buram, celah di sisi mata	Gangguan pada seluruh kornea, infeksi konjungtiva, warna putih kekuningan di bawah mata, kornea menebal dan mendalam	Luka pada kornea bagian dalam lateral
Bibir	Luka pada sudut mulut, komplikasi lanjutan dari <i>angular stomatitis</i> (pembengkakan dan merah	Pigmentasi bibir bawah	-

Bagian tubuh	Kelompok Tanda Klinis		
	Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3
	pada sudut mulut dan bibir)		
Lidah	Edema dari lidah, lidah mentah, lidah magenta, dan atrofi papila	Lidah bergranula dan permukaan lidah pecah-pecah	Adanya bintik yang tidak merata pada lidah dan lidah berbintik dengan pigmentasi berlendir berwarna biru
Gigi	Adanya bintik putih dan kecokelatan pada gigi, karies gigi, hipoplasia email dan erosi email	-	-
Gusi	Bunga karang keunguan atau merah	Kerusakan gusi yang menampakkan akar-akar gigi	Infeksi tepi gusi dan mudah berdarah
Kelenjar	Pembengkakan kelenjar tiroid, pembesaran paratiroid	Pembesaran bilateral pada puting dan jaringan dada pada laki-laki	-
Kulit	Kulit mengalami kekeringan, kulit kering dan kekurangan kelembaban, bintik kecil pada kulit, luka kulit pada skrotum atau vulva dan sangat gatal	Mozaik dermatosis dan penebalan dan pigmentasi pada titik penekanan seperti lutut, siku, depan dan belakang mata kaki	-

Penilaian ini memiliki kelebihan mudah dan cepat dilakukan, tidak memerlukan alat yang canggih dan rumit, tempat pemeriksaan dapat dilakukan di mana saja. Kelemahan metode ini adalah memerlukan pelatihan khusus karena gejala klinis tiap masalah gizi berbeda-beda, ketepatan hasil ukuran terkadang bersifat subjektif, kepastian data memerlukan data pendukung lainnya.

9.2.4 Penilaian Status Gizi Metode Konsumsi Pangan

Kondisi awal kekurangan gizi dapat diidentifikasi dengan pengukuran konsumsi pangan baik dalam rumah tangga atau nasional. Metode pengukuran konsumsi pangan pada berbagai tingkatan disajikan pada Tabel 9.5.

Tabel 9.6: Ambang Batas IMT Untuk Indonesia

Tingkat	Metode
Nasional	<i>Food balance sheet</i> (Neraca bahan makanan (NBM))
	<i>Total diet study</i> (Studi menu total)
	<i>Universal product codes and electronic scanning devices</i> (Kode produk universal dan alat pemindai elektronik)
Rumah tangga	<i>Food account</i> (Pencatatan masuknya pangan di rumah tangga)
	<i>Household food record</i> (Pencatatan pangan rumah tangga)
	<i>Household 24-hour recall</i> (Mengingat kembali 24 jam yang lalu)

Tingkat	Metode
Individu	<i>24-hour recall</i> (Mengingat kembali 24 jam yang lalu)
	<i>Repeated 24-recalls</i> (Penambahan jumlah hari dalam metode mengingat kembali 24 jam yang lalu)
	<i>Estimated food records</i> (Pencatatan pangan)
	<i>Weighed food records</i> (Penimbangan pangan)
	<i>Dietary history</i> (Riwayat konsumsi makanan)
	<i>Food Frequency Questionnaire</i> (Kuesioner frekuensi konsumsi pangan)

Metode pengukuran konsumsi pangan ini memiliki beberapa kelebihan seperti mudah dilakukan dengan pelatihan khusus alat tidak mahal dan rumit, hasil pengukuran dapat memprediksi status gizi masa mendatang dan cukup akurat untuk menilai asupan gizi dan ketersediaan pangan.

Sedangkan kelemahan metode ini adalah tidak cukup menilai status gizi saat ini, hanya digunakan sebagai bukti awal kemungkinan terjadi kekurangan atau kelebihan gizi pada seseorang dan akan lebih efektif jika metode ini disertai hasil pengukuran biokimia, klinis atau antropometri.

Bab 10

Malnutrisi

10.1 Pendahuluan

Malnutrisi didefinisikan sebagai “keadaan gizi di mana kekurangan, atau kelebihan, energi, protein dan zat gizi mikro menyebabkan efek samping yang terukur pada jaringan/bentuk tubuh (bentuk tubuh, ukuran dan komposisi) dan fungsi, dan hasil klinis”.

Namun, di kasus kurang gizi, definisi ini tidak memperhitungkan penyebab penurunan berat badan yang tidak disengaja. Penurunan berat badan yang tidak disengaja mungkin terjadi tiga sindrom utama: kelaparan, sarkopenia, dan cachexia. Perbedaan utama antara kelaparan dan sindrom lain dari penurunan berat badan yang tidak disengaja adalah bahwa hal itu dibalik ketika tercapainya asupan energi dan protein yang cukup.

Dalam sarcopenia ada hilangnya massa otot secara progresif yang terjadi dengan penuaan normal. Manajemen diet saja tidak mungkin untuk mengatasi penurunan berat badan karena sarcopenia diperkirakan terjadi terlepas dari keseimbangan energi. Cachexia disebabkan oleh proinflamasi sitokin dan dikaitkan dengan sejumlah penyakit kronis kondisi seperti kanker, HIV/AIDS, gagal jantung dan kronis penyakit paru obstruktif (PPOK).

Sekelompok peneliti bersama-sama mengembangkan definisi konsensus untuk cachexia yang menunjukkan bahwa "cachexia adalah sindrom metabolik

kompleks ditambah dengan" penyakit yang mendasari dan ditandai dengan hilangnya otot dengan atau tanpa kehilangan lemak. Malnutrisi diklasifikasikan berdasarkan: nutrisi tidak ada dalam makanan, untuk berapa lama dan pada usia berapa (Saghir Ahmad, 2015).



Gambar 10.1: Ilustrasi Anak-Anak Membeli Makanan Ringan (Mayer et al., 2019)

Dunia sedang menghadapi krisis gizi yang berkembang: negara-negara berpenghasilan menengah sedang berjuang dengan 'triple burden malnutrisi', situasi yang tidak sesuai di mana sebagian besar bagian dari populasi mereka kelaparan, menderita kekurangan mikronutrien (lapar tersembunyi), atau berurusan dengan konsekuensi dari kelebihan berat badan dan obesitas — atau lebih dari salah satu dari kondisi ini secara bersamaan.

Secara global, 149 juta anak-anak mengalami stunting (terlalu pendek untuk usia mereka), 50 juta anak-anak mengalami wasting (terlalu kurus untuk tinggi badan mereka), 340 juta anak (atau 1 dari 2) menderita kekurangan vitamin esensial dan nutrisi seperti vitamin A dan zat besi, dan 40 juta anak-anak kelebihan berat badan atau obesitas. Pola makan yang buruk merupakan faktor penyumbang utama untuk semua bentuk malnutrisi. Secara global dalam periode 24 jam, hampir 45% dari anak-anak berusia 6 hingga 24 bulan tidak makan buah atau sayuran dan hampir 60% tidak memiliki makanan yang bersumber dari hewani. Akses ke makanan ultra-olahan meningkat, bahkan di daerah terpencil (Mayer et al., 2019).

Meskipun Indonesia telah mengalami pertumbuhan ekonomi yang pesat dan pendapatan meningkat dalam beberapa dekade terakhir, perbaikan dalam standar hidup di seluruh negeri sangat mencolok tidak setara. Terlepas dari keuntungan ekonomi, malnutrisi tetap ada tersebar luas: pada tahun 2013 lebih dari satu dari sepuluh anak balita kelebihan berat badan, lebih dari sepertiganya stunting, dan lebih dari 13% wasted. Sekitar sepertiga wanita reproduktif

usia menderita anemia, dan 8% menderita diabetes, 15% anak-anak dan remaja (5-19 tahun) kelebihan berat badan, seperti halnya sekitar sepertiga wanita dan seperempatnya dari pria.

Beberapa tren ini tampaknya terkait dengan urbanisasi, yang telah menyebabkan lebih banyak wanita yang bekerja di luar rumah — artinya lebih sedikit waktu untuk menyiapkan makanan di rumah dan konsumsi yang lebih besar dari makanan olahan. Perubahan iklim, termasuk peristiwa cuaca ekstrem, dan urbanisasi yang berkelanjutan adalah dua faktor risiko lain kerawanan pangan di Indonesia (Mayer et al., 2019).



Gambar 10.2: Ilustrasi Makanan (Mayer et al., 2019)

Data nasional tentang diet untuk bayi dan anak-anak (usia 6–23 bulan) menunjukkan bahwa sebagian besar tidak mengonsumsi diet yang memadai. Menurut Demografi Indonesia dan Survei Kesehatan 2017, 60% anak memiliki kecukupan makanan yang beragam, dan 72% anak-anak diberi makan minimum berapa kali sesuai dengan usia mereka; tapi hanya 40% anak-anak diberi makan diet minimum yang dapat diterima (cukup keragaman dan frekuensi).

Ada hubungan yang jelas antara kecukupan gizi, kekayaan dan pendidikan. Persentase anak yang diberi makan sesuai anjuran praktek pemberian makan bayi dan anak (PMBA) meningkat dengan meningkatnya pendidikan ibu dan kekayaan rumah tangga. Hanya 13% anak yang ibunya tidak berpendidikan yang diberi makan sesuai dengan praktek PMBA yang direkomendasikan, dibandingkan dengan 54% dari mereka yang ibunya berpendidikan di atas sekolah menengah tingkat. Demikian pula, 28% anak-anak dari rumah tangga di kuintil kekayaan terendah diberi makan sesuai dengan yang direkomendasikan Praktek PMBA, dibandingkan dengan 57% dari mereka yang berasal dari rumah tangga di kuintil tertinggi (Mayer et al., 2019).

10.2 Bentuk Malnutrisi

Ada beberapa istilah yang berhubungan dengan status gizi. Istilah-istilah tersebut adalah:

1. Gizi, adalah suatu proses organisme menggunakan makanan yang dikonsumsi secara normal melalui proses digesti, absorpsi, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pengeluaran zat-zat yang tidak digunakan untuk mempertahankan kehidupan, pertumbuhan dan fungsi normal dari organ-organ, serta menghasilkan energi
2. Keadaan gizi, adalah keadaan akibat dari keseimbangan antara konsumsi dan penyerapan zat gizi dan penggunaan zat-zat gizi tersebut, atau keadaan fisiologik akibat dari tersedianya zat gizi dalam seluler tubuh
3. Malnutrition (Gizi buruk), adalah keadaan patofisiologis akibat dari kekurangan atau kelebihan secara relatif maupun absolut satu atau lebih zat gizi. Dalam beberapa tahun terakhir, fakta prevalensi menunjukkan bahwa Indonesia mempunyai masalah malnutrisi yang serius, tidak hanya mengalami kekurangan nutrisi saja tetapi juga kelebihan berat badan. Baik kekurangan nutrisi maupun kelebihan berat badan dapat menyebabkan biaya ekonomi yang tinggi seiring dengan meningkatnya risiko penyakit tidak menular dan risiko kematian.

Dengan meningkatnya risiko tersebut, WEF (2010) memprediksi Indonesia berpotensi kehilangan produktivitas hingga US\$ 4,47 Triliun pada tahun 2012 sampai 2030. Di Indonesia, sebagian besar kematian pada kelompok umur di atas 45 tahun disebabkan oleh penyakit tidak menular, di mana hampir 60 persen kematian di atas 65 tahun juga disebabkan oleh penyakit stroke, hipertensi, dan jantung.

Oleh karena itu, seharusnya para pemangku kepentingan dapat segera mengambil langkah-langkah dan kebijakan yang tepat untuk mengantisipasi hal ini. Karena nutrisi yang masuk ke dalam tubuh tergantung dari pangan yang dikonsumsi, maka secara tidak langsung keterjangkauan terhadap pangan

juga menjadi penentu asupan nutrisi yang dikonsumsi (Malnutrisi, 2014; Fauziyah, 2017).

Ada empat bentuk malnutrisi di antaranya adalah:

Undernutrition

Merupakan kekurangan konsumsi pangan secara relatif atau absolut untuk periode tertentu. Kekurangan gizi terutama disebabkan oleh asupan yang tidak memadai pada energi makanan, terlepas dari apakah ada nutrisi spesifik lainnya. Akibat kurang gizi sama termasuk hilangnya lemak tubuh, pengecilan otot rangka dan atrofi organ viseral (kecuali otak dan jaringan saraf).

Derajat wasting bervariasi menurut jenis dan durasi penyakit dan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, fisik, aktivitas, kecukupan asupan nutrisi lain, adanya infeksi dan status endokrin. Defisiensi mikronutrien mengganggu kemampuan untuk respons imun, sehingga memengaruhi individu untuk infeksi. Penurunan fungsi fisiologis dapat mengurangi kapasitas untuk bekerja (Shetty, 2003).

Specific Deficiency

Merupakan kekurangan zat gizi tertentu misalnya kekurangan vit A, Iodium, Fe, dll. Gambaran kurang gizi lainnya yang juga menjadi masalah gizi utama adalah Kurang zat gizi mikro, seperti kurang vitamin A, kurang zat besi, dan kurang yodium terutama di beberapa daerah endemis. Lebih dari 100 juta penduduk berisiko untuk kurang zat gizi mikro ini. Kurang zat besi pada wanita hamil meningkatkan risiko kematian wanita pada saat melahirkan, dan meningkatkan risiko kematian risiko bayi yang dilahirkan kurang zat besi.

Bayi yang kurang besi dapat berdampak pada gangguan pertumbuhan sel-sel otak yang di kemudian hari dapat mengurangi IQ anak. Kurang vitamin A selain berdampak pada risiko kebutaan juga risiko kematian balita karena infeksi. Kurang vitamin A ikut berperan pada tingginya angka kematian balita di Indonesia dan berpotensi terhadap rendahnya produktivitas kerja. Kekurangan Yodium dapat menyebabkan kerusakan mental.

Pada ibu yang kekurangan yodium menyebabkan bayi lahir mati, cacat fisik atau kerusakan berat pada otak. Penduduk yang tinggal di daerah rawan kurang yodium berpotensi kehilangan IQ sebesar 50 poin IQ per orang. Diperkirakan 10% penduduk usia dewasa di perkotaan atau 10 juta orang mengalami gizi lebih. Hal ini perlu disikapi mengingat kelebihan gizi dapat

menyebabkan penyakit degeneratif seperti diabet, jantung koroner, hipertensi, osteoporosis dan kanker.

Over Nutrition.

Merupakan kelebihan konsumsi pangan untuk periode tertentu. Masalah gizi lebih pada anak usia sekolah di Indonesia tergolong tinggi dibanding usia remaja. Prevalensi gizi lebih pada anak sekolah dasar yaitu 18,8% terdiri dari gemuk 10,8% dan sangat gemuk 8,8%. Masalah gizi lebih ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terdiri dari faktor keluarga, pola makan dan aktivitas fisik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara karakteristik orang tua, pola makan dan aktivitas fisik dengan status gizi lebih pada anak usia sekolah dasar. Orang tua tetap harus menyediakan makanan dalam jumlah yang cukup dan memenuhi gizinya. Bagi siswa dengan status gizi lebih sebaiknya melakukan aktivitas fisik di luar kegiatan sekolah. Pihak sekolah perlu adanya pengawasan langsung terhadap makanan dan minuman yang dijual di kantin sekolah.

Imbalance

Disebabkan karena di proporsi zat gizi, misalnya kolesterol terjadi karena tidak seimbangnya LDL (Low Density Lipoprotein), HDL (High Density Lipoprotein), dan VLDL (Very Low-Density Lipoprotein). Kolesterol sendiri pada dasarnya adalah sejenis lemak yang sangat vital bagi kehidupan karena kolesterol merupakan zat pembentuk membran sel dan sejumlah hormon. Bahan pangan hewani, seperti daging berlemak, jeroan, otak, telur (terutama bagian kuningnya), kerang, dan produk olahan susu (krim, susu, keju dan mentega) mengandung kolesterol tinggi per 100 gramnya, sedangkan kandungan kolesterol yang terdapat pada ikan sangat rendah.

Fungsi utama kolesterol yaitu menyediakan komponen esensial membran setiap sel tubuh, digunakan untuk membantu empedu yang berperan penting pada proses pencernaan makanan berlemak, membentuk penghambat produksi hormon yang utama dalam kehidupan, merupakan salah satu bahan yang diperlukan oleh tubuh untuk membuat vitamin D, dan membantu melapisi saraf dan menyediakan suatu zat anti air pada permukaan arteri.

Low Density Lipoprotein (LDL) atau biasa dikenal dengan kolesterol jahat merupakan jenis kolesterol yang memiliki dampak yang cukup buruk bagi tubuh jika kadarnya terlalu tinggi. Hal ini dikarenakan LDL memiliki sifat

aterogenik (mudah melekat pada dinding sebelah dalam pembuluh darah dan mengurangi pembentukan reseptor LDL). *Low-Density Lipoprotein* (LDL) mempunyai fungsi bagi tubuh yaitu sebagai pengangkut kolesterol ke jaringan perifer dan berguna untuk pemecahan membran dan hormon steroid. LDL mengandung 10% trigliserida serta 50% kolesterol. Kadar ini dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kadar kolesterol dan kandungan lemak jenuh dalam makanan yang dikonsumsi.

Kadar *Low-Density Lipoprotein* (LDL) dalam tubuh harus dibatasi. Menurut American Heart Association (2015), tingkatan kolesterol LDL pada manusia adalah jika kadar kolesterol LDL kurang dari 100 mg/dL dapat dikatakan kadar optimal, kadar 100 - 129 mg/dl mendekati optimal, 130 – 159 mg/dL adalah batas tinggi, 160 – 189 mg/dL dapat dikatakan tinggi sedang jika kadarnya 190mg/dL atau lebih tinggi, maka dapat dikatakan kadar LDL dalam tubuh sudah sangat tinggi.

High Density Lipoprotein (HDL) sering disebut kolesterol “baik” karena merupakan lipoprotein yang mengangkut lipid dari perifer menuju ke hepar. Molekul *High Density Lipoprotein* (HDL) yang relatif kecil dibanding lipoprotein lain, HDL dapat melewati sel endotel vaskular dan masuk ke dalam intima untuk mengangkut kembali kolesterol yang terkumpul dalam makrofag, disamping itu HDL juga mempunyai sifat antioksidan sehingga dapat mencegah terjadinya oksidasi LDL.

Kolesterol *High Density Lipoprotein* (HDL) disintesis dan disekresikan terutama oleh hati dan sedikit di epitel usus selama absorpsi lemak dari usus. Kolesterol HDL mengandung konsentrasi protein yang tinggi, kira-kira 50% protein, tetapi konsentrasi kolesterol dan fosfolipid lebih kecil. Kolesterol HDL merupakan kolesterol jenis yang baik, karena mengangkut kolesterol dari pembuluh darah kembali ke hati untuk dibuang sehingga mencegah penebalan dinding pembuluh darah atau mencegah terjadinya proses aterosklerosis.

High Density Lipoprotein (HDL) memiliki kemampuan memindahkan kolesterol dari ateroma dalam arteri dan mentransportasikannya kembali ke hepar untuk ekskresi dan pemakaian ulang. Kolesterol HDL berfungsi sebagai pembawa kolesterol dari jaringan perifer ke hati untuk metabolisme atau katabolisme yang selanjutnya dikeluarkan dari tubuh. Peningkatan kadar HDL menurunkan aterosklerosis. Tingkat kadar kolesterol HDL plasma dianggap rendah bila kadarnya di bawah 35 mg/dl.

Kurang Energi Protein (KEP)

KEP adalah seseorang yang kurang gizi yang disebabkan oleh rendahnya konsumsi energi protein dalam makanan sehari-hari atau gangguan penyakit tertentu. Pada KMS tidak ada garis pemisah Kekurangan Energi Protein (KEP) berat/gizi buruk dan Kekurangan Energi Protein (KEP) sedang, sehingga untuk menentukan KEP berat/gizi buruk digunakan tabel BB/U Baku median WHO-NCHS. Anak dikatakan KEP bila berat badan kurang dari 80% berat badan menurut umur (BB/U) baku WHO-NCHS.

Kurang Energi Protein (KEP) disebabkan oleh kekurangan makanan sumber energi secara umum dan kekurangan sumber protein. Penyebab kurang gizi dapat bersifat primer, yaitu apabila kebutuhan individu yang sehat akan protein, energi, atau keduanya, tidak dipenuhi oleh makanan yang adekuat, atau sekunder, akibat adanya penyakit yang dapat menyebabkan asupan kurang optimal, gangguan penyerapan, dan peningkatan kebutuhan karena terjadi kehilangan zat gizi atau keadaan stres.

1. KEP ringan bila hasil penimbangan berat badan KMS terletak pada pita warna kuning.
2. KEP sedang bila hasil penimbangan berat badan pada KMS terletak di Bawah Garis Merah (BGM).
3. KEP berat/gizi buruk bila hasil penimbangan berat badan per umur < 60% baku median WHO-NCHS.

Asupan makanan yang kadar proteinnya kurang dari kebutuhan tubuh, mengakibatkan kekurangan asam amino esensial yang diperlukan dalam pertumbuhan dan perbaikan sel. Apabila kebutuhan zat gizi akan protein tidak tercapai maka tubuh akan menggunakan cadangan makanan yang ada, dimulai dengan pembakaran cadangan karbohidrat kemudian cadangan lemak serta protein dengan melalui proses katabolik.

Jika kondisi ini terjadi dalam waktu lama, cadangan itu akan habis dan akan menyebabkan kelainan pada jaringan, dan proses selanjutnya dalam tubuh akan menunjukkan manifestasi Kurang Energi Protein (KEP) berat yang biasa disebut kwashiorkor (kekurangan protein) ataupun marasmus (kekurangan energi). Anak yang mengidap KEP ringan dan sedang pada pemeriksaan hanya nampak kurus. Namun gejala klinis KEP berat secara garis besar dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu marasmus, kwashiorkor, atau marasmus-kwashiorkor.

Pada pemeriksaan klinis, penderita KEP berat akan memperlihatkan tanda-tanda sebagai berikut:

1. Marasmus

Salah satu bentuk kurang gizi yang sering ditemui pada balita berusia 0-2 tahun yang tidak mendapatkan cukup Air Susu Ibu (ASI). Penyebabnya antara lain karena masukan makanan yang sangat kurang, infeksi bawaan lahir, penyakit pada masa neonatus serta kesehatan lingkungan. Ciri cirinya adalah:

- a. Anak tampak sangat kurus, tinggal tulang terbungkus kulit.
- b. Wajah seperti orang tua.
- c. Cengeng dan rewel.
- d. Kulit keriput, jaringan lemak subkutis sangat sedikit, bahkan sampai tidak ada.
- e. Sering disertai diare kronik atau konstipasi/susah buang air, serta penyakit kronik.
- f. Tekanan darah, detak jantung, dan pernapasan berkurang.



Gambar 10.3: Penderita Marasmus (Sumber: britannica.com)

2. Kwashiorkor

Kondisi ini banyak ditemukan pada anak usia 1-3 tahun yang kurang mendapatkan protein. Ciri-cirinya adalah:

- a. Edema umumnya di seluruh tubuh terutama pada kaki.
- b. Wajah membulat dan sembab.

- c. Otot-otot mengecil (atrofi), lebih nyata apabila diperiksa pada posisi berdiri atau duduk, anak berbaring terus-menerus.
- d. Perubahan status mental: cengeng, rewel, kadang apatis.
- e. Anak sering menolak segala jenis makanan (anoreksia).
- f. Pembesaran hati.
- g. Sering disertai infeksi, anemia, dan diare/mencret.
- h. Rambut berwarna kusam dan mudah dicabut.
- i. Gangguan kulit berupa bercak merah yang meluas dan berubah menjadi hitam terkelupas.
- j. Pandangan mata anak tampak sayu.



Gambar 10.4: Penderita Kwashiorkor dan Marasmik-Kwashiorkor (Shetty, 2003)

3. Marasmik-kwashiorkor

Disebabkan karena anak tidak mendapatkan cukup makanan bergizi (terutama tidak mengandung protein dan energi), anak tidak mendapat asupan gizi yang memadai dan anak mungkin menderita penyakit infeksi. Kondisi ini sering disebut dengan busung lapar. Tanda-tanda marasmus-kwashiorkor adalah gabungan dari tanda-tanda yang ada pada marasmus dan kwashiorkor.

Penentuan Kekurangan Energi Protein (KEP) yang dilakukan dengan menimbang berat badan anak dibandingkan dengan umur dan

menggunakan Kartu Menuju Sehat (KMS) dan tabel berat badan per umur baku median NHCS (National Centre Health Statistic-USA).

10.3 Faktor Risiko Malnutrisi

Malnutrisi memiliki beberapa faktor risiko di antaranya adalah:

1. Keterjangkauan pelayanan kesehatan dasar

Status gizi anak berkaitan dengan keterjangkauan terhadap pelayanan kesehatan dasar. Anak balita sulit dijangkau oleh berbagai kegiatan perbaikan gizi dan kesehatan lainnya karena tidak dapat datang sendiri ke tempat berkumpul yang ditentukan tanpa diantar.

Beberapa aspek pelayanan kesehatan dasar yang berkaitan dengan status gizi anak antara lain: imunisasi, pertolongan persalinan, penimbangan anak, pendidikan kesehatan anak, serta sarana kesehatan seperti posyandu, puskesmas, rumah sakit, praktik bidan dan dokter. Makin tinggi jangkauan masyarakat terhadap sarana pelayanan kesehatan dasar tersebut di atas, semakin kecil risiko terjadinya penyakit gizi kurang.

2. Ketersediaan pangan

Penyebab masalah gizi yang pokok di tempat paling sedikit dua pertiga dunia adalah kurang cukupnya pangan untuk pertumbuhan normal, kesehatan, dan kegiatan normal. Kurang cukupnya pangan berkaitan dengan ketersediaan pangan dalam keluarga. Tidak tersedianya pangan dalam keluarga yang terjadi terus menerus akan menyebabkan terjadinya penyakit kurang gizi.

3. Higiene sanitasi lingkungan

Sanitasi lingkungan yang buruk akan menyebabkan anak lebih mudah terserang penyakit infeksi yang akhirnya dapat memengaruhi status gizi (Poedjiadi., 1994).

Sanitasi lingkungan sangat terkait dengan ketersediaan air bersih, ketersediaan jamban, jenis lantai rumah serta kebersihan peralatan makan pada setiap keluarga. Makin tersedia air bersih untuk

kebutuhan sehari-hari, makin kecil risiko anak terkena penyakit kurang gizi.

4. Pola pengasuhan anak

Pola pengasuhan anak adalah kemampuan keluarga dan masyarakat untuk menyediakan waktu, perhatian, dan dukungan terhadap anak agar dapat tumbuh dan berkembang sebaik-baiknya secara fisik, mental, dan sosial. Bentuk kongkret pola pengasuhan anak berupa sikap dan perilaku ibu atau pengasuh lain dalam hal kedekatannya dengan anak, memberikan makan, merawat, menjaga kebersihan, memberikan kasih sayang, dan sebagainya. Hal tersebut sangat berkaitan dengan kesehatan ibu, status gizi ibu, pendidikan, pengetahuan, dan adat kebiasaan.

5. Jumlah anggota keluarga

Keluarga miskin akan lebih mudah memenuhi kebutuhan makanannya jika yang diberi makan jumlahnya sedikit. Pangan yang tersedia pada sebuah keluarga yang besar mungkin hanya cukup untuk keluarga yang besarnya setengah dari keluarga tersebut. Anak-anak yang tumbuh dalam suatu keluarga miskin merupakan kelompok paling rawan kurang gizi di antara anggota keluarganya. Anak yang paling kecil biasanya paling terpengaruh oleh kekurangan pangan.

Seandainya anggota keluarga bertambah, maka pangan untuk setiap anak berkurang. Usia 1 -6 tahun merupakan masa yang paling rawan. Kurang energi protein berat akan sedikit dijumpai pada keluarga yang jumlah anggota keluarganya lebih kecil. Pada rumah tangga yang beranggotakan 6 orang atau lebih menunjukkan tingkat konsumsi pangan yang memburuk. Pada rumah tangga yang beranggotakan 3 – 5 orang, rata-rata *intake* energi dan protein masih mendekati nilai yang dianjurkan.

6. Tingkat pendapatan

Kemiskinan sebagai penyebab gizi kurang menduduki posisi pertama pada kondisi yang umum di masyarakat. Masalah utama penduduk miskin pada umumnya sangat tergantung pada pendapatan per hari yang pada umumnya tidak dapat mencukupi kebutuhan dasar secara

normal. Penduduk miskin cenderung tidak mempunyai cadangan pangan karena daya belinya rendah.

7. Tingkat pendidikan ibu

Pendidikan sangat memengaruhi penerimaan informasi tentang gizi. Masyarakat dengan pendidikan yang rendah akan lebih mempertahankan tradisi-tradisi yang berhubungan dengan makanan sehingga sulit menerima informasi baru di bidang Gizi.

8. Tingkat pengetahuan ibu tentang gizi

Ibu merupakan orang yang berperan penting dalam penentuan konsumsi makanan dalam keluarga khususnya pada anak balita. Pengetahuan yang dimiliki ibu berpengaruh terhadap pola konsumsi makanan keluarga.

Kurangnya pengetahuan ibu tentang gizi berakibat pada rendahnya anggaran untuk belanja pangan dan mutu serta keanekaragaman makanan yang kurang. Keluarga lebih banyak membeli barang karena pengaruh kebiasaan, iklan, dan lingkungan. Selain itu, gangguan gizi juga disebabkan karena kurangnya kemampuan ibu menerapkan informasi tentang gizi dalam kehidupan sehari-hari.

Bab 11

Fortifikasi dan Anti Gizi

11.1 Pendahuluan

Fortifikasi makanan merupakan salah satu solusi penting dalam mengurangi defisiensi gizi secara khusus mikronutrien atau gizi mikro. Defisiensi gizi mikro banyak terjadi di negara dengan penghasilan rendah sampai pada negara berkembang. Fortifikasi makanan merupakan langkah yang cukup menjanjikan dalam pengendalian dan pencegahan defisiensi mikronutrien pada penduduk yang rentan gizi, terutama pada anak-anak dan perempuan. Tidak hanya negara yang perekonomiannya rendah yang butuh fortifikasi makanan, tetapi juga diperlukan bagi negara maju dan berkembang yang tujuannya untuk memastikan nutrisi penting dalam makanan olahan sesuai dengan kebutuhan gizi manusia (Chadare et al., 2019).

Fortifikasi merupakan strategi untuk meningkatkan gizi suatu produk pangan dengan meningkatkan kadar gizinya. Badan kesehatan dunia (WHO) mendefinisikan fortifikasi sebagai pemberian satu atau lebih komponen pada produk makanan untuk menambah kandungannya atau mencegah terjadinya defisiensi tertentu serta memberikan manfaat pada kesehatan (Poniedziątek, Perkowska and Rzymiski, 2020).

Definisi lain dari fortifikasi makanan adalah praktik penambahan vitamin dan mineral ke makanan selama proses pengolahan dengan tujuan peningkatan

nilai gizi. Langka ini dinilai strategi yang cukup aman dan hemat untuk mencegah serta pengendalian kekurangan mikronutrien (Olson et al., 2021). Fortifikasi bertujuan mengurangi kesenjangan antara asupan harian dengan kebutuhan gizi yang direkomendasikan.

Senyawa anti gizi dapat mengganggu proses metabolisme sehingga pertumbuhan dan bioavailabilitas nutrisi menurun. Secara umum tanaman mengandung racun dan anti nutrisi yang bisa disebabkan oleh residu dari pupuk dan pestisida serta beberapa bahan kimia alami. Biasanya racun ataupun anti gizi dari bahan kimia secara alami merupakan metabolit sekunder dari tanaman dan telah terbukti secara biologis sebagai anti gizi.

Beberapa senyawa anti gizi yang di duga menurunkan bioavailabilitas nutrisi yaitu lektin, oksalat, goitrogen, fitoestrogen, fitat dan tannin (Petroski and Minich, 2020). Selain itu masih banyak senyawa yang bersifat anti gizi, di antaranya saponin, alkaloid, protease inhibitor, sianogen, dan letogen (Sinha and Khare, 2017).

Senyawa antigizi setidaknya ada 3 jenis berdasarkan efek penghambatan terhadap metabolisme zat gizi yaitu zat anti vitamin, zat anti mineral, dan zat anti protein. Masing-masing dari jenis senyawa anti gizi menghambat atau menurunkan bioavailabilitas vitamin, mineral, dan protein.

11.2 Fortifikasi

Fortifikasi awalnya bertujuan mengatasi beberapa penyakit yang disebabkan oleh kekurangan zat gizi tertentu terutama dari gizi mikro. Namun sejalan dengan perkembangan zaman, defisiensi gizi terjadi pada negara maju. Hal ini disebabkan oleh kecenderungan konsumsi produk olahan atau instan dengan komposisi zat gizi yang terbatas dan tidak seimbang. Dan fortifikasi biasanya lebih banyak pada penambahan vitamin, mineral, dan asam amino tertentu pada produk makanan.

Fortifikasi pangan dari pendekatan prosesnya dapat dibedakan menjadi 2 yaitu *industrial fortification* dan *biofortifikasi*. Fortifikasi secara industri merupakan metode klasik dengan penambahan beberapa zat gizi pada produk makanan. Penambahan zat gizi ditambahkan pada produk makanan perlu dilakukan, karena selama proses pengolahan zat gizi alami pada bahan berkurang selama proses pengolahan.

Produk makanan yang di fortifikasi paling sering dengan iodium, zat besi, vitamin A, kalsium, vitamin D, dan kelompok vitamin B (khususnya B12). Hal ini disebabkan oleh banyaknya kejadian defisiensi zat-zat tersebut (Bailey, West Jr and Black, 2015). Fortifikasi skala industri juga dapat ditargetkan untuk komunitas pekerja tertentu, yang mana kondisi ekonomi dan akses terhadap makanan terbatas.

Biofortifikasi adalah pemuliaan atau modifikasi tanaman secara genetik dengan tujuan untuk meningkatkan kandungan hara atau meningkatkan kemampuan penyerapan unsur hara sehingga hasil panen dicirikan dengan tingginya kandungan mineral dan vitamin (Garg et al., 2018).

Aplikasi biofortifikasi meningkat terutama di negara-negara berkembang dengan bahan makanan pokok yang dibatasi hanya beberapa komoditi misalnya beras, jagung dan gandum. Secara alami bahan makanan hanya pada beberapa komoditi utama akan mengalami defisiensi unsur gizi mikro (Bouis and Saltzman, 2017).

Jenis fortikasi lainnya berupa fortifikasi sukarela (*voluntary*), fortifikasi wajib (*mandated*), dan fortifikasi sasaran khusus (*targeted*). Uraian dari masing-masing jenis fortifikasi pada tabel 11.1 di bawah ini:

Tabel 11.1: Jenis Fortifikasi (Soekirman, 2015)

No.	Jenis Fortifikasi	Uraian
1	<i>Voluntary fortification</i>	- Di mulai oleh industri pangan - Bertujuan menambah nilai tambah dan ekonomi produk pangan - Kadang ada klaim tujuan gizi - Zat gizi mikro yang dipilih sesuai produsen - Sasaran komersial
2	<i>Mandated fortification</i>	- Undang-undang/peraturan pemerintah mewajibkan - Bertujuan untuk perbaikan gizi masyarakat dan menanggulangi permasalahan gizi masyarakat - Zat gizi yang dipilih sesuai dengan masalah gizi pada masyarakat (kurang Iodium, Vitamin A, Fe, Zn, dan Asam folat) - Komoditi yang dipilih berdasarkan kriteria fortifikasi wajib
3	<i>Targeted Fortification</i>	- Merupakan makanan pendamping ASI (MPASI) untuk balita (Vitamin A, Fe, Zn) - Merupakan fortifikasi rumahan (Home Fortification): makanan balita dengan Taburia atau bubuk - Beras: untuk anak sekolah, masyarakat miskin, tahanan, dan sebagainya - Dalam bentuk makanan darurat bencana

Syarat Fortifikasi Pangan

Fortifikasi pangan memiliki syarat-syarat tertentu yang harus dipenuhi sehingga tujuan dan sasaran fortifikasi pangan dapat tercapai maksimal. Beberapa syarat yang menjadi pertimbangan fortifikasi pangan, yaitu sebagai berikut (Tarumingkeng, Coto and Harjanto, 2004):

1. Aplikasi fortifikasi pangan merupakan makanan utama semua penduduk termasuk penduduk miskin.
2. Sifat organoleptik produk fortifikasi pangan tidak berbeda dari sifat aslinya.
3. Bahan atau komoditi di fortifikasi bisa untuk dikonsumsi dan aman.
4. Jumlah produsen yang memproduksi pangan yang di fortifikasi terbatas jumlahnya.
5. Produksi fortifikasi pangan tersedia teknologinya.
6. Pabrik-pabrik fortifikasi ada sistem yang memonitoring.
7. Kerja sama yang nyata antara pihak pemerintah dan swasta.
8. Panduan yang jelas dalam memonitoring dan mengevaluasi perkembangan fortifikasi.
9. Kelompok target dapat menjangkau harga pangan fortifikasi.
10. Tidak akan terjadi konsumsi berlebihan.

Peran Fortifikasi Pangan

1. Anemia defisiensi zat besi

Zat besi bisa menjadi salah satu upaya untuk mengatasi anemia melalui suplementasi zat besi. Selain itu asupan zat besi bisa melalui fortifikasi makanan dengan zat besi bisa menjadi peluang yang potensial dan berkesinambungan.

Namun yang menjadi tantangannya fortifikasi zat besi adalah sifat besi yang Sebagian besar larut dalam air atau asam dan sering bereaksi dengan komponen lain sehingga bisa muncul rasa yang kurang diinginkan (off-flavour), oksidasi lemak dan perubahan warna. Di bawah ini dampak fortifikasi zat besi di beberapa negara pada tabel 11.2.

Tabel 11.2: Efek Fortifikasi Zat Besi di Beberapa Negara

No.	Fortifikan	Tempat	Dosis/Perlakuan	Frekuensi	Waktu	Target	Efek
1	Zat besi pada kecap	China	5 mg NaFeEDTA	Setiap hari	-	masyarakat	Kadar Hb Meningkat
2	Zat besi dan iodium pada garam	Kanada dan India	-	-	-	Anak sekolah	Hb, dan iodium urine naik
3	Zat besi dan Vitamin C pada bubur sereal	Ghana	300 mg besi/kg dan 120 mg besi/kg; 780 atau 390 mg vit.C/kg	3 kali sehari	-	Anak usia 6-12 bulan	Prevalensi kadar feritin rendah turun dari 18 %-11 %
4	Fero sulfat pada garam	India	3,5 g fero sulfat/kg garam	Konsumsi rata-rata 15 g/hr	-	-	Kenaikan kadar Hb, dan penurunan anemia
5	Fortifikasi NaFeEDTA pada gula	Guatemala	1 g besi/kg gula	40 g/hr	8 bulan	Masyarakat	Kenaikan (simpanan) cadangan besi
6	Fortifikasi pada saus ikan	Thailand	-	-	-	-	Kenaikan intik besi 10 mg/hr
7	Fortifikasi fero sulfat pada tepung susu	Chili	15 mg fero sulfat/L	-	-	Anak umur 3-15 bula	Prevalensi anemia turun dari 27 menjadi 10 %
8	Fortifikasi zat besi pada biscuit dan susu	Peru	-	-	1 tahun	Anak sekolah	Prevalensi anemia turun dari 66% menjadi 14%
9	Fe+A pada Mie instan	Indonesia, kab. Cianjur	- 10 mg+Vit. A 2500 IU per 100 g Kontrol - 3 mg Fe dan 1500 IU per 100 g	3 kali/mg	14 minggu	Ibu hamil (n=185)	Hb naik, Feritin naik secara nyata (prevalensi anemia turun bermakna)
10	Fe+A pada mie instan	Indonesia, kab. Cianjur	- 10 mg+Vit. A 2500 IU per 100 g Kontrol - 3 mg Fe dan 1500 IU per 100 g	-	-	Anak balita (n=199)	Kadar vitamin A naik nyata Hb naik nyata Feritin naik tidak nyata

Sumber: (Tarumingkeng, Coto and Harjanto, 2004)

2. Stunted Akibat Defisiensi Zink

Zink berpengaruh pada pertumbuhan, perkembangan, dan imunitas. Dan ketika defisiensi Zink maka akan terjadi gangguan metabolisme yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan atau biasa diistilahkan stunting. Fortifikasi pangan dengan Zink bisa menjadi solusi defisiensi Zink.

3. Gangguan Akibat Kekurangan Yodium

Fortifikasi yodium sudah terbukti mampu dalam mengatasi masalah kekurangan yodium, bahkan strategi ini sudah diadopsi oleh banyak negara. Organisasi kesehatan dunia (WHO) merekomendasikan fortifikasi yodium pada garam dengan dosis 150 μ g/hari.

4. Kekurangan Vitamin A

Di banyak negara telah melakukan fortifikasi pangan dengan vitamin A dan biasanya pada produk margarin dan susu. Beberapa contoh makanan yang di fortifikasi dari berbagai negara, pada tabel 11.3 di bawah ini.

Tabel 11.3: Makanan Di Fortifikasi di Beberapa Negara Asia

No.	Negara	Makanan yang di Fortifikasi	Fortifikan
1	Cina	- Kecap kedelai - Tepung terigu	- Zat besi (Fe) - zat besi, asam folat dan vitamin A
2	India	- Tepung terigu - Gula - Minyak - The - Susu	- Zat besi, asam folat dan vitamin B - Vitamin A - Vitamin A - Vitamin A
3	Filipina	- Tepung Terigu	- Zat besi, asam folat, iodium dan vitamin A
4	Thailand	- Mie - Beras	- Zat besi, iodium dan vitamin A - zat besi, vitamin B1, B3, B6 dan niacin
5	Vietnam	- Kecap ikan - Gula	- Zat besi - Vitamin A
6	Indonesia	- Garam - Tepung terigu	- Iodium - Zat besi, seng, asam folat, vitamin B1 dan B2

Sumber: (El Gustian, 2013)

Potensi Risiko dan Manfaat Fortifikasi Pangan

Kemajuan ilmu dan teknologi modern mendorong perubahan dinamis di tengah masyarakat. Dengan meningkatnya teknologi inovatif dalam hal pangan memengaruhi kondisi gizi masyarakat. Meskipun banyak manfaatnya, fortifikasi juga memiliki kelemahan ataupun dampak terhadap kondisi gizi masyarakat.

Tabel 11.4 terkait risiko dan manfaat implementasi fortifikasi industri dan biofortifikasi seperti di bawah:

Tabel 11.4: Potensi Manfaat dan Risiko Terkait Implementasi Fortifikasi Industri dan Biofortifikasi

No.	Manfaat/Keuntungan	Risiko/Ancaman
1	Peningkatan status zat gizi mikro	Konsumsi yang tidak memadai karena kebutuhan zat gizi penduduk yang bervariasi
2	Menurunkan angka kematian anak-anak dan ibu hamil	Akses yang tidak merata terhadap produk yang diperkaya di negara miskin
3	Mengurangi risiko kejadian defisiensi zat gizi mikro seperti anemia, osteoporosis, dan kebutaan	Konsumsi produk fortifikasi oleh individu tanpa melihat kebutuhan nutrisinya.
4	Ketersediaan zat tambahan yang tinggi	Pemilihan barrier yang salah, mengakibatkan adanya interaksi antara zat yang ditambahkan dengan zat alami pada makanan
5	Risiko efek samping yang rendah karena mengikuti peraturan hukum dan tes keamanan produk	Efek alergi dari beberapa bahan
6	Tidak perlu mengubah kebiasaan makan	Perubahan organoleptik yang dipengaruhi oleh produk fortifikasi
7	Peluang memperkaya satu produk makanan dengan berbagai zat gizi	Keterbatasan teknologi
8	Biaya rendah untuk mendapatkan produk	Retensi dan bioavailabilitas yang tidak memadai gizi tambahan
9	Mendukung sektor pertanian	Perubahan isi fortifikasi selama proses
10	Kemungkinan kompensasi kerugian dalam nilai gizi produk	Pengayaan produk tidak memberikan nilai tambah terhadap sifat fungsional produk
11	Tingkat penerimaan yang tinggi akibat dari tidak menggunakan teknologi yang kontroversial	Kurangnya edukasi terkait kesehatan yang mengakibatkan kurangnya kesadaran akan manfaat produk pangan fortifikasi

Sumber: (Poniedziatek, Perkowska and Rzymiski, 2020)

11.3 Anti Gizi

Zat anti gizi merupakan senyawa yang ada dalam bahan pangan yang dapat mengganggu absorpsi zat gizi pada tubuh pada saat pangan dikonsumsi. Berbagai penelitian mempertanyakan terkait kesehatan makanan yang berasal dari tumbuhan atau nabati karena kehadiran senyawa-senyawa tertentu yang disebut anti gizi. Yang termasuk dalam senyawa anti gizi tersebut yaitu lektin, oksalat, fitat, fitoestrogen, dan tannin yang dianggap menurunkan bioavailabilitas zat gizi.

Tapi peneliti lain mempunyai kesimpulan bahwa senyawa-senyawa tersebut memiliki efek bagi kesehatan (Gibson, Raboy and King, 2018; Gautam et al.,

2020). Tabel 11.5 di bawah ini menunjukkan efek positif zat anti gizi bagi kesehatan.

Tabel 11.5: Komponen Tumbuhan, Sumber, dan Implikasi Klinis

No.	Anti Gizi	Sumber	Implikasi Klinis
1	Lektin	Legum, sereal, buah-buahan, dan sayuran	Fungsi usus berubah, peradangan
2	Oksalat	Bayam, lobak Swiss, Sorel, bit, akar bit, rhubarb, kacang-kacangan, legum dan biji-bijian sereal	Menghambat absorpsi kalsium, meningkatkan kalsium pada ginjal membentuk batu yang sering disebut batu ginjal
3	Fitat (IP6)	Sereal, legum, pseudocereals (bayam, quinoa, millet), kacang-kacangan, dan biji-bijian	Kemungkinan menghambat absorpsi zat besi, zink, dan kalsium; bertindak sebagai antioksidan; efek antineoplastik
4	Goitrogen	Sayuran Brassica (kangkong, kubis brussel, kubis, lobak hijau, kubis china, brokoli), millet, singkong	Hipotiroidisme atau gondok; menghambat penyerapan yodium
5	Fitoestrogen	Kedelai dan produk kedelai, biji rami, kacang-kacangan, buah-buahan, dan sayuran	Gangguan endokrin; peningkatan resiko kanker yang sensitif terhadap estrogen
6	Tanin	Teh, kakao, anggur, beri, apel, buah batu, kacang-kacangan, buncis, biji-bijian utuh	Menghambat penyerapan zat besi

Sumber: (Petroski and Minich, 2020)

1. Lektin

Lektin atau hemagglutinin merupakan kelompok protein pengikat karbohidrat yang hampir ditemukan di semua organisme termasuk tumbuhan, hewan dan mikroorganisme (Mishra et al., 2019). Lektin mampu mengikat secara reversibel pada bagian karbohidrat khusus pada sel dan menghasilkan aglutina eritrosit.

Spesifitas karbohidrat dari lektin ini memungkinkan untuk berfungsi dalam sel pada perkembangan jaringan, pertahanan inang dan metastatis tumor pada tumbuhan dan hewan (Lam and Ng, 2011; He et al., 2018).

2. Oksalat

Oksalat atau asam oksalat adalah zat yang mampu membentuk garam yang insoluble dalam dengan mineral, termasuk natrium, zat besi, dan magnesium. Senyawa ini diproduksi dalam jumlah yang kecil baik pada tumbuhan maupun pada mamalia. Oksalat larut (tidak terikat) dapat mengkelat mineral, mengurangi penyerapan mineral di usus

halus dan kolon. Dan oksalat berkontribusi terhadap pembentukan batu ginjal berupa kalsium oksalat. Karena efek oksalat pada penyerapan nutrisi dan kemungkinan berperan dalam pembentukan batu ginjal, maka oksalat dianggap oleh beberapa orang sebagai anti gizi (Petroski and Minich, 2020).

3. Goitrogen

Goitrogen berasal dari tumbuhan dan senyawa ini telah banyak mendapat perhatian dari kalangan peneliti gizi dan pakar kesehatan. Goitrogen secara luas mengacu pada agen yang mengganggu fungsi tiroid, sehingga meningkatkan resiko gondok dan penyakit tiroid lainnya (Bajaj, Salwan and Salwan, 2016).

4. Fitoestrogen

Fitoestrogen adalah komponen polifenol yang berasal dari tumbuhan dengan kemiripan struktur dengan 17- β -estradiol (E2), hormone seks pada Wanita (Rietjens, Louisse and Beekmann, 2017). Ada banyak manfaat kesehatan fitoestrogen, termasuk mengurangi gejala menopause, mengurangi resiko penyakit kardiovaskuler, obesitas, sindrom metabolit, diabetes tipe 2, gangguan kognitif, dan berbagai bentuk kanker.

Meskipun demikian, fitoestrogen dianggap sebagai pengganggu endokrin dan merangsang pertumbuhan kanker estrogen (Yarnell, 2017).

5. Fitat

Fitat juga dikenal sebagai asam fitat atau *myo-inositol hexaphosphate* (IP6) dan dianggap sebagai anti gizi. Fitat diproduksi selama perkembangan benih dan dapat mencapai 60-90% dari total kandungan fosfor dalam sereal, biji-bijian, kacang-kacangan. Fitat menurunkan penyerapan mineral pada organisme yang rentan.

6. Tanin

Tanin merupakan kelas dari polifenol dengan berat molekul tinggi (500-3000 Dalton) yang ada pada makanan dari tumbuhan dan bertanggungjawab terhadap rasa astringen pada buah-buahan (De Jesus et al., 2012). Tannin dapat bertindak sebagai antioksidan

dengan menangkap senyawa radikal bebas . meskipun kemampuan sebagai kelator, tannin juga telah dilaporkan menghambat penyerapan zat gizi makanan berupa mineral seperti besi, tembaga, dan zink (Karamać, 2009).

Efek Pengolahan Terhadap Penurunan Zat Anti Gizi

Proses pengolahan pangan memiliki efek terhadap kualitas bahan, termasuk pengurangan senyawa-senyawa pada bahan yang bersifat racun dan senyawa anti gizi. Tabel 11.6 menunjukkan bagaimana proses pengolahan dapat menurunkan senyawa anti gizi pada bahan makanan.

Tabel 11.6: Tips Pengolahan Untuk Penurunan Senyawa Anti Gizi

No.	Anti Gizi	Proses Pengolahan Yang Menurunkan Anti Gizi	Proses Pengolahan Yang Meningkatkan Anti Gizi
	Lektin	Perendaman, perebusan, perkecambahan, fermentasi	Pemanggangan
	Oksalat	Perendaman, perebusan, pencampuran dengan makanan berkalsium tinggi	Pemanggangan
	Fitat	Perendaman, perebusan, perkecambahan, fermentasi	Pemanggangan
	Tanin	Pemasakan, pengupasan kulit buah dan kacang-kacangan	Pemanggangan
	Fitoestrogen	Pemasakan, pengupasan kulit buah dan kacang-kacangan	Perebusan, pengukusan, fermentasi (meningkatkan kandungan aglikon)
	Goitrogen	Pengukusan, perebusan	

Bab 12

Keamanan Pangan dan Gizi

12.1 Pendahuluan

Di beberapa daerah di Indonesia, keracunan makanan merupakan salah satu kasus yang umum terjadi. Kasus seperti ini terjadi pula di negara maju, bahkan dengan industri makanan yang kompleks. Berdasarkan data tahun 1998, telah dilaporkan kasus keracunan makanan di negara berkembang yang menyebabkan diare dan diperkirakan sekitar 1,8 juta kematian anak akibat kontaminasi bakteri pada makanan dan air. Kasus keracunan makanan lainnya yang cukup menghebohkan dunia terjadi di China akibat ditemukannya melamin dalam susu formula bayi.

Melamin merupakan bahan kimia golongan basa organik yang dilarang ditambahkan dalam produk makanan. Akibat kejadian ini, diperkirakan jumlah anak yang meninggal dunia sebanyak 4 orang dan yang mengalami sakit ginjal akut sebanyak 39.965 orang (Coulombier et al, 2008). Industri pengolahan terutama pengolahan daging yang tidak menerapkan *good hygiene practice* menjadi penyebab lainnya dari kasus keracunan makanan di berbagai negara.

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memberikan perhatian lebih terhadap isu keamanan pangan. Keterkaitannya dengan penyakit yang ditimbulkan dari tercemarnya pangan yang dikonsumsi menyebabkan keamanan pangan menjadi sangat penting. Banyaknya pangan yang oleh diproduksi oleh industri

pangan, yang kemudian dipasarkan dan didistribusikan secara global menjadikan kerawanan pangan/ keamanan pangan di daerah menjadi masalah internasional. Menurut UU RI No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan didefinisikan bahwa:

”Keamanan pangan adalah suatu kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, cemaran 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” (BPOM, 2018).

Definisi tersebut menjelaskan bahwa dalam memproduksi pangan olahan, untuk menjamin mutu dan keamanannya dapat dilakukan dengan mengikuti tata cara produksi pangan olahan yang benar. Selain itu perlu diperhatikan pula agar pangan olahan bebas dari cemaran biologi, kimia dan cemaran fisik, tidak busuk, tidak menjijikkan, dan berkualitas baik. Tuntutan jaminan keamanan pangan ini menyebabkan industri pangan mulai mengembangkan sistem manajemen keamanan pangan dalam proses produksi.

Sistem HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) merupakan model sistem keamanan pangan yang dikenal paling lengkap. Pada tahun 1960an model sistem ini pertama kali dikembangkan oleh perusahaan makanan Pillsbury, NASA dan US Army dengan tujuan menyediakan makanan terbaik (aman) untuk para astronaut yang dikirim ke bulan dan hal ini mulai dipublikasikan pada tahun 1971 dalam konferensi Perlindungan Pangan (Surono dkk, 2016).

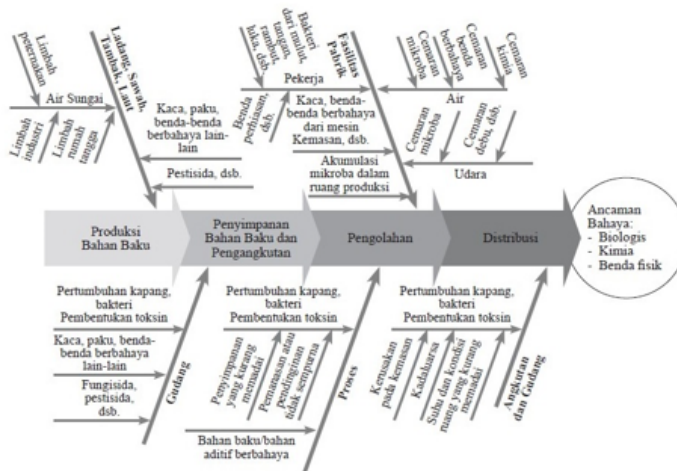
12.2 Sumber Cemaran

Di antara berbagai kasus keracunan makanan yang terjadi, secara umum terdapat 3 cemaran yang menjadi penyebabnya, yaitu:

1. cemaran biologis;
2. cemaran kimia;
3. cemaran adanya benda asing (fisik).

Untuk mengetahui ancaman dari ketiga cemaran tersebut dapat ditelusuri dengan memperhatikan mulai dari kegiatan produksi bahan baku pada kegiatan perkebunan, pertanian, peternakan dan perikanan, kegiatan setelah

panen yang meliputi kegiatan pengangkutan, penyimpanan dan pengudangan, serta pengolahan, distribusi hingga pangan olahan siap dikonsumsi (Gambar 12.1).



Gambar 12.1: Alur Masuk Cemaran Dalam Proses Produksi Pangan Olahan (Surono dkk, 2016)

12.2.1 Cemaran Biologis

Cemaran biologis merupakan salah satu ancaman terutama di negara tropis seperti Indonesia. Suhu tropis menyebabkan mikroba patogen dapat bertumbuh, baik di air maupun di darat. Sistem kebersihan yang kurang memadai dapat menjadi faktor pemicu lain adanya cemaran yang diakibatkan oleh mikrobiologis. Hal ini memungkinkan terjadi pada lingkungan padat penduduk di mana saluran-saluran air yang banyak digunakan untuk aktivitas manusia, kegiatan pertanian dan perikanan tercemar oleh kotoran baik kotoran manusia ataupun hewan.

Dalam pengolahan pangan, air merupakan salah satu bahan terpenting. Air digunakan untuk mencuci bahan baku, mencampur bahan, bahan utama pembuat es yang biasa digunakan untuk pengawetan bahan baku, untuk membersihkan tempat produksi, mesin dan peralatan produksi, mencuci tangan dan sebagainya. Berdasarkan fungsi air ini maka kebersihan air di lingkungan produksi menjadi sangat penting karena berkaitan dengan keracunan dan penyakit yang dapat ditularkan melalui makanan.

Pada umumnya mikroorganisme termasuk bakteri tidak dapat tumbuh pada kondisi tanah yang kering, akan tetapi beberapa bakteri seperti *Clostridium* dan *Bacillus cereus* dapat bertahan hidup pada kondisi kering dan panas karena bakteri tersebut dapat membentuk spora yang tahan terhadap kondisi panas dan kering. *Salmonella spp.*, meskipun kurang tahan dibandingkan *Clostridium*, juga dapat bertahan hidup pada kondisi kering, karena bakteri ini dapat membentuk lapisan biofilm untuk melindungi bakteri pada kondisi kering (Aviles et al, 2013).

Pada banyak kasus keracunan makanan di seluruh dunia, mikroorganisme yang perlu mendapat perhatian khusus adalah *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Shigella spp.*, *Vibrio spp.*, *Yersinia enterocolitica*, *Toxoplasma gondii*, *Cyclospora cayetanensis* *Staphylococcus aureus*, *Norovirus* (Bintsis, 2017).

Menurut Supraptini (2002), bakteri *staphylococcus aureus*, *E. Coli*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella spp* dan *Shigella sp* merupakan bakteri patogen yang banyak ditemukan sebagai penyebab kasus keracunan makanan di Indonesia dalam rentang waktu tahun 1995 – 2000 .

Kasus keracunan makanan di beberapa negara penyebabnya dapat bervariasi tergantung pada kondisi geografis (tropis atau subtropis), demografis (kepadatan penduduk), tingkat pendidikan, praktik kebersihan dan kesehatan terutama kebiasaan mencuci tangan, ketersediaan sumber air bersih, sanitasi dan kondisi lainnya (Chukwuocha et al, 2019; Mutalib et al., 2015; Eslami et al., 2015).

Menurut BPOM, adapun cara yang dapat dilakukan untuk mencegah pangan dari cemaran biologi yaitu:

1. Saat melakukan pembelian bahan mentah dan pangan, belilah di tempat yang bersih dan dari penjual yang sehat dan bersih.
2. Belilah pangan yang disajikan dan disimpan dengan baik.
3. Konsumsi pangan secara benar.
4. Pastikan kemasan produk pangan tidak rusak.
5. Makanan yang dibeli tidak basi.
6. Membuang pangan/ pangan olahan jika rasanya sudah menyimpang.

12.2.2 Cemaran Kimia

Kasus keracunan yang disebabkan kontaminasi bahan kimia dalam pangan umumnya karena pangan atau produk pangan tersebut terkontaminasi oleh pestisida, insektisida, kontaminasi dari industri maupun penambahan bahan tambahan makanan yang tidak dibolehkan baik disengaja ataupun tidak.

Cemaran atau kontaminan kimia dapat berasal dari:

1. cemaran dari penggunaan pestisida;
2. cemaran logam berat;
3. senyawa bpa pada kemasan;
4. bahan tambahan pangan (btp);
5. senyawa toksin dari tumbuhnya kapang;
6. senyawa toksik yang secara alamiah dihasilkan oleh bahan pangan.

Pestisida dibagi menjadi tiga kelompok utama yaitu pestisida organoklorin, organophosphat dan carbamat. Pestisida golongan organofosfat dan karbamat lebih beracun daripada pestisida organoklorin, tetapi pestisida organoklorin lebih sulit terurai dan menyebabkan penyakit dalam jangka panjang (kronis) dan menumpuk di rantai makanan. Di Indonesia, menurut data tahun 1998, terdapat tidak kurang dari 500 jenis pestisida yang termasuk dalam tiga golongan di atas (Indraningsih dan Widiastuti, 1998).

Beberapa pemberitaan tentang keracunan pestisida di Indonesia antara lain terjadi di Padang pada bulan September 2013, di mana sekitar 7 balita keracunan yang diakibatkan memakan pepaya yang mengandung pestisida (Surono dkk, 2016). Contoh kasus besar terjadi pada tahun 2008 di China akibat keracunan massal yang disebabkan oleh penambahan bahan kimia melamin ke dalam susu bubuk. Kasus tersebut diduga memiliki tujuan untuk menipu jumlah protein dalam susu. Hal ini menyebabkan sekitar 39.965 bayi mengalami gangguan dan kerusakan ginjal (Coulombier et al, 2008).

Selain pencemaran pestisida, pencemar lain yang juga berbahaya dan menjadi perhatian ketika mencemari pangan adalah pencemaran dari limbah industri. Perairan umum yang tercemar oleh limbah industri maka air yang tercemar tersebut bila digunakan pada kegiatan perikanan, peternakan dan pertanian akan mencemari berbagai produk pangan yang dihasilkan. Logam berat seperti Arsenik (As), Kadmium (Cd), Khromium (Cr), Timbal (Pb), Merkuri (Hg),

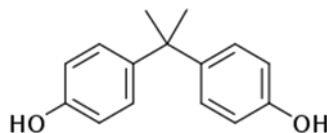
dan Timah (Sn) merupakan jenis pencemar dari limbah industri yang menjadi perhatian Badan Pengawas Makanan di berbagai negara.

Cemaran ini membahayakan karena dapat terkumpul pada jaringan tubuh ikan, udang, kerang, tiram atau disebut dengan bioakumulasi dan jangka panjang dapat menimbulkan berbagai penyakit apabila manusia secara terus-menerus mengonsumsi pangan yang tercemar logam berat tersebut terutama jenis merkuri (Hg) dan timbal (Pb) (Jakimska et al, 2011).

Cemaran logam berat ditemukan pula di tanaman kacang-kacangan seperti kedelai (Handayani et al, 2019). Penyerapan logam berat dari tanah yang terkontaminasi melalui akar tanaman, dan pengendapan langsung logam berat dari udara ke permukaan tanaman merupakan dua hal yang menjadi penyebab akumulasi logam berat pada tanaman pangan.

Pencemaran bahan kimia berbahaya pada pangan dapat pula terjadi akibat penggunaan kemasan yang mengandung bahan berbahaya. Beberapa bahan kemasan plastik seperti misalnya polietilen tereftalat (PET) untuk botol air minum (botol PET), serta polietilen densitas tinggi (HDPE), polipropilen (PP) atau polikarbonat (PC), berpotensi mengandung senyawa Bisphenol A atau BPA yang dapat berpindah (migrasi) ke dalam pangan.

Paparan Bisphenol A dengan konsentrasi rendah pada pangan yang dikonsumsi secara terus menerus dapat mengakibatkan berbagai penyakit di antaranya kanker, gangguan fungsi kekebalan tubuh, pubertas dini, obesitas dan hiperaktivitas. Komisi Ilmiah Keamanan Pangan EU menetapkan batas aman kadar BPA adalah tidak lebih dari 10 µg/kg berat badan/hari sedangkan oleh EPA Amerika Serikat maksimum adalah 50 µg/kg berat badan/hari). Meskipun dalam kadar yang relatif rendah, namun apabila terpapar dalam jangka waktu yang lama maka kemungkinan akan berakibat merugikan bagi kesehatan (Schechter, 2010).



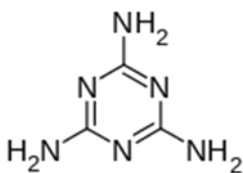
Gambar 12.2: Bisphenol A (BPA) (Schechter, 2010)

Penggunaan bahan tambahan pangan (BTP) dengan takaran yang berlebihan dan penambahan bahan kimia yang dilarang untuk makanan juga merupakan penyebab kasus keracunan makanan. Penyebab keracunan makanan oleh BTP

umumnya disebabkan oleh kecerobohan produsen, ketidaktahuan konsumen dan produsen atau justru karena kesengajaan dan ketidakpedulian yang pada akhirnya dapat mengancam kesehatan konsumen.

Selain kasus penambahan bahan melamin pada susu formula yang terjadi di China (telah dijelaskan sebelumnya), di beberapa wilayah Indonesia saat ini banyak produsen makanan, terutama UMKM yang tidak terlalu memahami, atau mungkin juga tidak peduli akan pentingnya informasi mengenai keamanan BTP.

Meskipun belum ada catatan yang rinci, namun dari berbagai berita sering terdengar kasus penggunaan BTP berbahaya, seperti misalnya penggunaan formalin (methanal, CH_2O atau HCHO) untuk mengawetkan dan membuat kenyal mie basah, atau untuk mengawetkan ikan, tahu, ayam segar (Pratiwi dkk, 2019) dan sebagainya, atau penggunaan boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5 (\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) atau dikenal sebagai “bleng” pada pembuatan bakso (Suseno, 2019), serta berbagai kasus lain seperti penggunaan zat warna terlarang untuk makanan seperti *Rhodamin B*, *Scarlet GN*, *Metanil Yellow*, *Orange G*, *Chocolate Brown FB* (Azizahwati dkk, 2007), yang seharusnya digunakan sebagai pewarna tekstil.



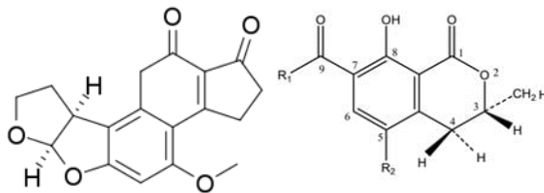
Gambar 12.3: Melamin (Wikipedia)

Bahan kimia lain dalam makanan yang membahayakan adalah senyawa beracun yang ditemukan dalam makanan akibat dari tumbuhnya kapang. biji-bijian dan sereal yang banyak mengandung minyak seperti kacang tanah, jagung sangat rentan terhadap kapang yang dapat menghasilkan toksin (mikotoksin) yang disebut alfatoksin, yaitu senyawa yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan kanker.

Setidaknya ada 14 jenis aflatoksin yang dihasilkan di alam, yaitu aflatoksin B1 yang dianggap paling beracun dan diproduksi oleh *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*. Aflatoksin jenis G1 dan G2 diproduksi hanya oleh *A. Parasiticus* (Kumar et al, 2021).

Di samping Aflatoksin, ada pula toksin yang juga berbahaya, yaitu *Ochratoxin*, yang termasuk dalam kelompok mikotoksin yang dihasilkan oleh beberapa spesies *Aspergillus* (terutama *A. ochraceus*) dan beberapa spesies *Penicillium*, terutama *P. verrucosum* dan *P. carbonarius*. *Ochratoxin A* adalah racun kapang yang paling umum dari kelompok ini, sementara *ochratoxins B* dan *C* adalah jenis yang tidak terlalu penting.

Ochratoxin A terdapat dalam komoditas seperti sereal, kopi, buah kering, dan anggur merah yang berjamur. Senyawa ini dapat terakumulasi dalam daging hewan dan dengan demikian, daging dan produk daging dapat terkontaminasi oleh racun ini. Paparan ochratoxin melalui makanan dapat menyebabkan keracunan akut pada ginjal mamalia, dan juga bersifat karsinogenik (Amezqueta et al, 2009).



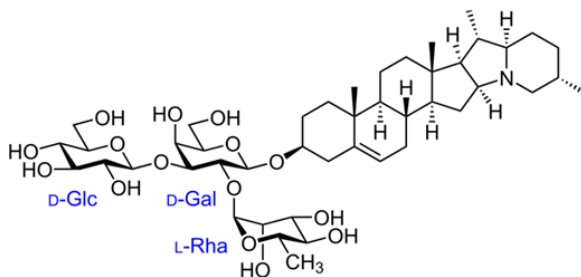
Gambar 12.4: Aflatoksin B1 dan Ochratoxin (Serna et al, 2018)

Selain dari luar, senyawa kimia berbahaya juga bisa diproduksi secara alamiah oleh bahan pangan itu sendiri. Bahan pangan seperti kentang, tomat, terong dan lain-lain, bila disimpan dalam jangka waktu yang lama atau dalam keadaan terlalu matang/tua atau berkecambah, sering kali menghasilkan senyawa toksin (racun) yang disebut solanin.

Solanin adalah senyawa glikoalkaloid yang beracun, yang dapat mengakibatkan gejala seperti mual, diare, muntah, kram perut, tenggorokan terasa terbakar, detak jantung tidak beraturan, mimpi buruk, sakit kepala dan pusing. Pada kasus yang lebih parah, dapat terjadi halusinasi, mati rasa, kelumpuhan, demam, sakit kuning, pupil melebar, hipotermia dan bahkan kematian dapat terjadi.

Selain solanin, tanaman kentang (daun, umbi dan batang) juga menghasilkan toksin glikoalkaloid lain, yaitu chaconin yang memiliki sifat insektisida alami guna melindungi tanaman dari gangguan serangga. Senyawa solanin bersifat tidak larut air dan tahan panas sehingga tidak dapat hilang apabila direbus. Senyawa ini terutama terdapat pada bagian kulit dan kentang yang kandungan solaninnya tinggi biasanya dicirikan dengan warna hijau dan rasa pahit dan,

dalam kondisi seperti itu, kentang berbahaya untuk dikonsumsi (Barceloux, 2008).



Gambar 12.5: Solanin (Wikipedia)

Singkong umumnya dikenal ada dua macam, yaitu varietas manis dan pahit. Singkong varietas pahit adalah singkong yang beracun. Singkong beracun (umbi serta daunnya) mengandung dua macam senyawa glukosida sianogenik, yaitu linamarin dan lotaustralin. Kedua macam senyawa glikosida sianogenik ini akan terurai oleh enzim linamarase (yaitu enzim yang secara alami terdapat dalam singkong), yang akan membebaskan zat hidrogen sianida (HCN) yang sangat beracun.

Namun demikian, racun singkong mudah larut dalam air dan mudah menguap karena pemanasan (perebusan, pengukusan atau penggorengan). Dalam industri tepung tapioka, senyawa sianida dalam singkong habis tercuci dalam proses pengaliran air (ekstraksi pati) sehingga produk tapioka sepenuhnya aman dan bebas dari sianida (Ndubuisi and Chidiebere, 2018).

Selain singkong racun, kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) juga dikenal mengandung racun yang disebut phytohaemagglutinin atau dikenal juga sebagai molekul lektin, suatu makromolekul yang terdiri dari molekul karbohidrat yang berikatan dengan protein. Senyawa lektin sebetulnya banyak juga terdapat dalam banyak jenis kacang-kacangan, tetapi terutama terkonsentrasi di kacang merah (Zhang et al., 2013).

Gejala utama dari keracunan *phytohaemagglutinin* adalah mual, muntah, dan diare yang muncul sekitar 1 sampai 3 jam setelah konsumsi kacang. Gejala biasanya baru hilang dalam beberapa jam. Konsumsi kacang mentah sebanyak empat atau lima butir sudah cukup memungkinkan untuk memicu gejala tersebut. Proses memasak kacang pada suhu 100°C selama 10 menit dapat menonaktifkan senyawa Phytohaemagglutinin.

Tetapi *Food and Drug Administration* (FDA) menyarankan untuk merendam minimal 5 jam dalam air untuk biji kering, dan air rendaman harus dibuang, sebelum merebusnya selama 10 menit pada suhu 100°C. Perebusan selama 10 menit pada suhu 100°C sebetulnya masih jauh lebih pendek dibanding waktu yang diperlukan untuk memasak jenis kacang ini hingga tanak. Hal lain yang perlu diperhatikan, memasak pada suhu yang lebih rendah justru dapat memicu efek racun dari hemaglutinin. Suhu 80 OC merupakan suhu memasak kacang merah yang dilaporkan dapat menjadikan kacang merah lebih beracun dibandingkan dengan biji yang mentah (Surono dkk, 2016).

Cara yang dapat dilakukan untuk mencegah cemaran kimia dalam pangan yaitu (BPOM, 2018):

1. Melakukan pemilihan bahan pangan yang kondisinya baik sebelum dimasak atau dikonsumsi langsung.
2. Melakukan pencucian sayuran dan buah-buahan sebelum mengolahnya.
3. Untuk proses pengolahan pangan sebaiknya menggunakan air bersih yang tidak tercemar.
4. Jika menggunakan bahan tambahan pangan (BTP), maka gunakan BTP dengan takaran yang sesuai dan tidak menggunakan BTP yang dilarang untuk pangan.
5. Memastikan alat masak yang digunakan tidak berlapis logam berat.
6. Tidak menggunakan kemasan yang bukan untuk pangan.
7. Tidak menggunakan wadah yang non food grade sebagai wadah pangan.

12.2.3 Cemaran Fisik (Physical Hazard)

Cemaran fisik dalam pangan olahan yang dimaksud adalah segala macam benda seperti kuku, rambut, staples, kerikil, serangga mati, pecahan kaca, logam dan lain-lain yang jika terdapat dalam makanan dapat mengakibatkan konsumen mengalami luka atau gangguan kesehatan pada mulut, gigi, saluran nafas, saluran cerna, bahkan dapat melukai anggota badan (tangan) konsumennya. Cemaran jenis ini memberikan tingkat bahaya yang relatif rendah dibandingkan dengan insiden keracunan makanan akibat bahaya biologis dan kimia.

Mengenai kategori benda berbahaya FSIS (Food Safety and Inspection Service) FDA 1995 membuat kesimpulan bahwa (Goldman, 2002):

1. Benda keras dan tajam berukuran panjang 7 - 25 mm adalah berbahaya.
2. Benda keras dan tajam berukuran < 7 mm atau > 25 mm berbahaya untuk kelompok konsumen tertentu.
3. Potongan tulang atau duri dengan ukuran < 1 cm tidak berbahaya.
4. Potongan tulang atau duri 1-2 cm berisiko rendah.
5. Potongan tulang atau duri > 2 cm berpotensi bahaya dan dapat melukai.

Keberadaan tulang atau duri pada ikan dibedakan menjadi kategori benda asing lain, karena secara umum dianggap lebih aman dan konsumennya pada umumnya lebih waspada ketika mengonsumsi ikan. Lain halnya apabila duri tersebut ada dalam produk olahan seperti misalnya sosis atau bakso di mana konsumennya pada umumnya tidak menduga keberadaan tulang ataupun duri di dalamnya.

Cara yang dapat dilakukan untuk mencegah dari cemaran fisik pada makanan yaitu dengan memperhatikan secara seksama pangan/ makanan sebelum dikonsumsi.

Bab 13

Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG)

13.1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sangat luas dan memiliki keragaman agroekologi yang berpotensi sebagai penghasil pangan berlimpah. Di sisi lain, Indonesia memiliki kondisi geografis yang rentan bencana, perbedaan kesuburan lahan dan perbedaan iklim di masing-masing wilayah yang dapat menyebabkan kegagalan produksi pangan. Bencana kekeringan yang disertai krisis ekonomi yang berkepanjangan yang terjadi sejak pertengahan tahun 1997 merupakan ancaman yang sangat serius bagi kesejahteraan masyarakat.

Bencana kekeringan menyebabkan turunnya produksi bahan pangan, yang baik secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi persediaan pangan, baik di tingkat rumah tangga, regional, maupun nasional. Sementara itu, krisis ekonomi yang berkepanjangan menyebabkan meningkatnya harga sebagian besar kebutuhan pokok (termasuk pangan) dan menyempitnya lapangan kerja, sehingga berakibat turunnya kemampuan daya beli masyarakat (Lamabelawa, 2006).

Ancaman yang sangat serius dari kejadian kekeringan dan krisis ekonomi tersebut adalah ketidakmampuan rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan pangan dan gizi bagi setiap anggota rumah tangganya. Ancaman ini apabila tidak secara cepat dan tepat diantisipasi akan menimbulkan akibat yang lebih buruk lagi, yaitu bencana kekurangan pangan dan gizi, yang akan berdampak buruk terhadap kualitas sumber daya manusia di masa mendatang (Lamabelawa, 2006).

Oleh karena itu untuk mengantisipasi terjadinya permasalahan tersebut, perlu suatu alat/instrumen untuk mendeteksi secara dini sehingga dapat segera diantisipasi. Salah satu alat/instrumen untuk mendeteksi secara dini yaitu Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG). SKPG merupakan instrumen/alat deteksi dini terhadap situasi pangan dan gizi suatu wilayah dan memberi informasi alternatif tindakan pencegahan dan penanggulangan yang diperlukan (BKP, 2019).

Peraturan Menteri Pertanian No. 43 tahun 2010 tentang Pedoman Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi merupakan salah satu kebijakan pelaksana dari kebijakan Ketahanan Pangan. Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG) merupakan salah satu upaya untuk mencegah terjadinya masalah pangan dengan cara memantau situasi pangan dan gizi. SKPG merupakan serangkaian proses meliputi pengumpulan, pemrosesan, analisis, dan penyebaran informasi situasi pangan dan gizi untuk mengantisipasi kejadian rawan pangan dan gizi (Kadarsih, 2014).

Kejadian krisis pangan dan gizi dapat diantisipasi apabila gejala-gejala kekurangan pangan dan gizi (sebab-sebab masalah) dapat secara dini dikenali, dan kemudian dilakukan tindakan secara cepat dan tepat sesuai dengan kondisi yang ada. Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG) merupakan sistem yang tepat digunakan oleh pemerintah daerah karena SKPG merupakan sistem pengelolaan informasi pangan dan gizi dalam rangka menetapkan kebijakan program pangan dan gizi.¹ Selain itu, informasi pangan dan gizi dapat dipakai untuk menetapkan kebijakan dan tindakan segera terutama dalam keadaan krisis pangan dan gizi. Dalam keadaan normal, informasinya dapat dipakai untuk pengelolaan program pangan dan gizi jangka panjang (Lamabelawa, 2006).

Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi diawali dengan pelaksanaan kegiatan pengamatan situasi pangan dengan teknik penyediaan data/informasi terhadap penanganan masalah gangguan pangan yang berpeluang muncul setiap saat. Perkembangan situasi pangan dapat cenderung menjadi tidak menentu dan

sulit dipastikan baik sebagai akibat pengaruh alam maupun oleh adanya gejala instabilitas seperti krisis ekonomi, sosial dan politik, maka penerapan SKPG diharapkan dapat dijadikan acuan dalam mendeteksi kondisi awal ketahanan ekonomi, sosial dan politik (Rangga, et al, 2015).

Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi selain sebagai pendeteksi awal juga berguna dalam perencanaan program pangan dan gizi yang mampu mengoptimalkan koordinasi lintas sektoral antar lembaga. Ketersediaan pangan yang stabil di suatu tempat artinya dapat terjangkau oleh daya beli masyarakat dan dapat dikonsumsi masyarakat sesuai dengan kebutuhan. Pengamatan situasi pangan dilaksanakan melalui kegiatan pemantauan secara langsung atau melalui pengumpulan data/informasi yang berhubungan dengan ketersediaan pangan yang selanjutnya akan diolah untuk menjadi bahan perumusan kebijakan dalam penanggulangan masalah kerawanan pangan.

Dalam keadaan krisis ekonomi dan krisis pangan, maka peran dari SKPG harus diprioritaskan untuk menunjang upaya penanganan masalah yang bersifat darurat, untuk memantau, mencari dan menemukan akibat krisis pangan yang sudah terjadi yaitu kejadian kelaparan, gizi buruk, dan dapat berlanjut pada kejadian kesakitan dan kematian pada bayi serta anak. Oleh karena itu kegiatan SKPG pada keadaan ini diarahkan untuk pemetaan wilayah dan pemantauan (peramalan situasi) dengan menggunakan indikator - indikator yang telah ditetapkan serta menindaklanjuti hasil pemantauan (Rangga, et al, 2015).

13.2 Konsep Ketahanan, Kerawanan Pangan, dan Gizi

Ketahanan Pangan

Ketahanan pangan merupakan salah satu isu strategis dalam pembangunan suatu Negara, dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan, sektor pertanian merupakan sektor yang sangat penting karena sektor ini menjadi penyedia pangan utama, terlebih bagi negara yang sedang berkembang, karena memiliki peran ganda yaitu sebagai salah satu sasaran utama pembangunan dan salah satu instrumen utama pembangunan ekonomi.

Berdasarkan Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 tentang pangan, Ketahanan Pangan merupakan kondisi terpenuhinya Pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya Pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan (Rumawas, Nayoan, & Kumayas, 2021).

Menurut UU RI Nomor 41 Tahun 2009 Ketahanan pangan didefinisikan sebagai kondisi terpenuhinya pangan bagi setiap rumah tangga, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup baik jumlah maupun mutunya, aman, merata dan terjangkau. Ketahanan pangan merupakan situasi di mana semua rumah tangga mempunyai akses baik fisik maupun ekonomi untuk memperoleh pangan bagi seluruh anggota keluarganya, dan di mana rumah tangga tidak berisiko untuk mengalami kehilangan kedua akses tersebut. Pencapaian ketahanan pangan di Indonesia terkait dengan salah satu tujuan UUD 1945 dalam alinea keempat yaitu mencapai kesejahteraan umum. Hal tersebut berarti konsep ketahanan pangan mencakup ketersediaan pangan yang memadai, stabilitas, dan akses terhadap pangan-pangan utama. (Rumawas, Nayoan, & Kumayas, 2021).

Kerawanan Pangan dan Gizi

Pada dasarnya keadaan rawan pangan dan gizi merupakan bagian akhir dari suatu rentetan peristiwa yang terjadi melalui proses perubahan situasi. Rawan pangan adalah suatu keadaan di suatu daerah di mana banyak penduduk mengalami kekurangan pangan. Rawan Gizi adalah suatu keadaan di mana banyak penduduk mengalami kekurangan gizi (Permentan No 43/2010)

Menurut Permentan No 43/2010 Kerawanan pangan merupakan suatu kondisi ketidakmampuan individu atau sekumpulan individu di suatu wilayah untuk memperoleh pangan yang cukup dan sesuai untuk hidup sehat dan aktif. Kerawanan pangan dapat diartikan juga sebagai kondisi suatu daerah, masyarakat atau rumah tangga yang tingkat ketersediaan dan keamanan pangannya tidak cukup untuk memenuhi standar kebutuhan fisiologis bagi pertumbuhan dan kesehatan sebagian masyarakat.

Berdasarkan penyebabnya kerawanan pangan terbagi menjadi 2 yaitu kerawanan pangan transien dan kerawanan pangan kronis. Kerawanan pangan sementara/transien terjadi ketika ada ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan makanan yang biasanya dikaitkan dengan guncangan atau tekanan

husus seperti kekeringan, banjir atau kerusakan sipil sedangkan kerawanan pangan kronis terjadi ketika rumah tangga tidak mampu memenuhi kebutuhan pangan pada waktu normal karena mereka tidak memiliki cukup tanah pendapatan atau aset produktif atau mengalami rasio ketergantungan yang tinggi, sakit kronis atau hambatan sosial.

Kondisi rawan pangan dapat disebabkan karena:

1. tidak adanya akses secara ekonomi bagi individu/rumah tangga untuk memperoleh pangan yang cukup;
2. tidak adanya akses secara fisik bagi individu rumah tangga untuk memperoleh pangan yang cukup;
3. tidak tercukupinya pangan untuk kehidupan yang produktif individu/rumah tangga;
4. tidak terpenuhinya pangan secara cukup dalam jumlah, mutu, ragam, keamanan serta keterjangkauan harga. Kerawanan pangan sangat dipengaruhi oleh daya beli masyarakat yang ditentukan tingkat pendapatannya. Rendahnya tingkat pendapatan memperburuk konsumsi energi dan protein (Pertanian, 2017).

Berpangkal dari kemiskinan penduduk daerah rawan tersebut, konsumsi makanannya umumnya rendah, sehingga tingkat konsumsi gizinya rendah. Selanjutnya daya tahan tubuhnya rendah dan dengan demikian juga tingkat kesehatan umumnya rendah. Sebagai akibatnya produktivitas kerja penduduk umumnya rendah, tingkat pendapatannya juga rendah seterusnya memengaruhi pola konsumsi makanannya.

Ini merupakan lingkaran setan yang tidak ada ujung pangkalnya. Dalam keadaan yang demikian, kejadian-kejadian yang timbul secara berurutan dapat mengakibatkan tingkat konsumsi makanan menurun pada tingkat yang demikian rendahnya pada banyak penduduk, sehingga disebut rawan pangan (Permentan No 43/2010).

Untuk terjadinya rawan pangan beberapa peristiwa tertentu dapat terjadi pada waktu bersamaan. Kejadian kegagalan panen tidak selalu menimbulkan rawan pangan, kalau persediaan pangan di pasar dan pada keluarga masih cukup banyak dan terdapat kesempatan kerja yang cukup luas.

Sebaliknya, sekalipun persediaan pangan di pasar masih cukup banyak tetapi bila kesempatan kerja menjadi sangat terbatas sebagai akibat kegagalan panen, maka akan berakibat banyak penduduk menderita kurang pangan. Jika hal tersebut terus berkelanjutan dapat mengarah pada situasi kelaparan kekurangan gizi yang berat, seperti terjadi di beberapa daerah di masa lampau (Permentan No. 43/2010).

13.3 Tujuan dan Sasaran SKPG

1. Tujuan Kegiatan SKPG
 - a. Menyediakan informasi secara berkesinambungan tentang situasi pangan dan gizi suatu wilayah.
 - b. Menyusun rekomendasi kebijakan ketahanan pangan dan gizi.
2. Sasaran Kegiatan SKPG

Sasaran kegiatan SKPG adalah provinsi dan kabupaten/kota (BKP, 2019).

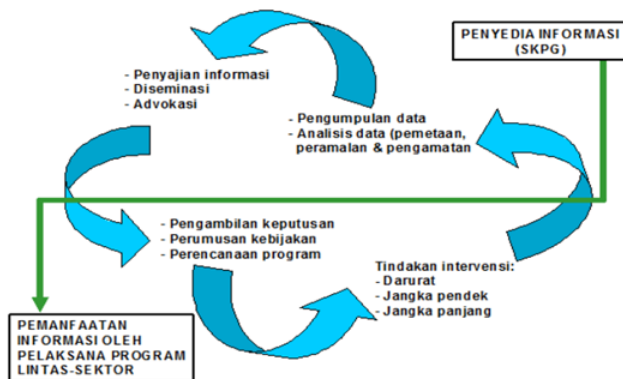
Ruang Lingkup Kegiatan SKPG

Ruang lingkup kegiatan SKPG terdiri dari pengumpulan, pemrosesan, penyimpanan, analisis, dan penyebaran informasi situasi pangan dan gizi serta investigasi mendalam (in depth investigation) bagi desa yang diindikasikan akan terjadi kerawanan pangan dan gizi. Hasil analisis SKPG dapat dimanfaatkan sebagai bahan perumusan kebijakan, perencanaan, penentuan intervensi atau tindakan dalam penanganan kerawanan pangan dalam rangka mewujudkan ketahanan pangan baik di tingkat nasional, provinsi maupun di tingkat kabupaten.

Ruang lingkup kegiatan SKPG pada dasarnya terdiri atas 3 (tiga) kegiatan yang bersifat simultan yang dilaksanakan dalam suatu kerangka waktu tertentu yang mengedepankan pentingnya menemukan isyarat dini untuk mencari alternatif intervensi yang relevan dan dilaksanakan tepat waktu.

Tiga kegiatan tersebut meliputi:

1. Pengumpulan data.
2. Pengolahan dan analisis data.
3. Penyajian dan diseminasi informasi (BKP, 2019).



Gambar 13.1: Ruang Lingkup Kegiatan SKPG (BKP, 2019)

Output dan Outcome Kegiatan SKPG

1. Output Kegiatan SKPG

- Tersedianya informasi situasi pangan dan gizi wilayah.
- Tersusunnya rekomendasi kebijakan pangan dan gizi.

2. Outcome Kegiatan SKPG

Meningkatnya kewaspadaan pangan dan gizi untuk mendukung ketahanan pangan (BKP, 2019).

Manfaat SKPG

Informasi SKPG dapat dimanfaatkan sebagai bahan rekomendasi pengambilan keputusan dalam bentuk intervensi jangka pendek, menengah maupun jangka panjang. Intervensi atau tindakan jangka pendek dapat berupa tindakan cepat/darurat seperti operasi pasar, bantuan pangan, kegiatan padat karya (cash for work) dan sebagainya tergantung hasil analisis situasi dan kedalaman permasalahan yang dihadapi (BKP, 2019).

Intervensi atau tindakan jangka panjang dapat berupa perumusan kebijakan, perencanaan, ataupun program-program perbaikan infrastruktur irigasi, transportasi untuk peningkatan akses fisik pangan (pasar, jalan, fasilitas penyimpanan, dsb). Manfaat SKPG dalam berbagai hal di atas hanya dimungkinkan bila SKPG dilaksanakan sebagai suatu sistem pengambilan keputusan (decision making process) (BKP, 2019).

SKPG dilaksanakan sejak tahun 2015 di 34 provinsi, 421 kabupaten dan nasional. Data dan informasi SKPG digunakan sebagai bahan kebijakan untuk melakukan intervensi pada daerah rawan pangan transien akibat dampak bencana alam. Pemberian bantuan sarana produksi pertanian diharapkan daerah tersebut dapat terus memproduksi pangan sehingga dapat terjaga ketahanan pangannya. Selain itu, dalam rangka peningkatan kapasitas aparat provinsi dan kabupaten diberikan pelatihan penyusunan analisis penanganan kerawanan pangan melalui Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG) untuk 34 provinsi (BKP, 2020).



Gambar 13.2: Manfaat SKPG dalam Proses Pengambilan Keputusan Pencegahan dan Penanggulangan Kerawanan Pangan dan Gizi (BKP, 2019)

13.4 Proses Terjadinya Kerawanan Pangan

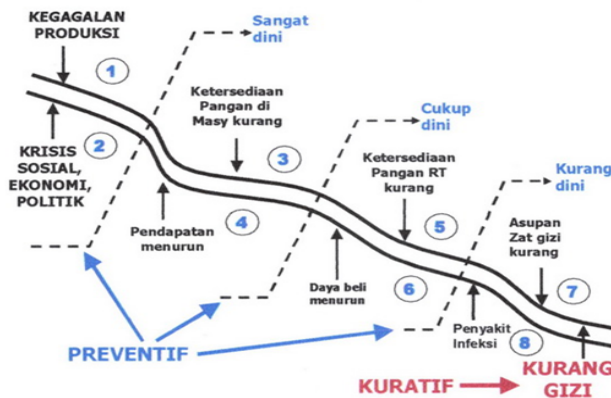
Pada umumnya tingkat konsumsi pangan dan gizi yang rendah menyebabkan penduduk mengalami rawan pangan dan gizi. Terjadinya rawan pangan pada beberapa peristiwa tertentu dapat terjadi pada waktu bersamaan. Kejadian kegagalan panen tidak selalu menimbulkan rawan pangan, apabila persediaan pangan di pasar dan rumah tangga masih cukup banyak dan terdapat kesempatan kerja yang cukup luas.

Sebaliknya, sekalipun persediaan pangan di pasar masih cukup banyak tetapi apabila kesempatan kerja terbatas sebagai akibat kegagalan panen, maka akan berakibat banyak penduduk menderita kurang pangan dan atau rawan pangan. Jika hal tersebut terus berkelanjutan dapat mengarah pada situasi kelaparan.

kekurangan gizi yang berat, seperti terjadi di beberapa daerah di masa lampau (Pangan, 2019).

Kegagalan produksi atau krisis ekonomi dapat mengakibatkan pendapatan masyarakat menurun yang pada gilirannya akan menyebabkan ketersediaan pangan masyarakat menurun. Pencegahan pada tahap ini merupakan pencegahan yang sangat dini sebelum terjadinya penurunan persediaan pangan di masyarakat.

Untuk mencegah terjadinya kejadian rawan pangan dan gizi perlu dilakukan pengamatan setiap indikator yang digunakan sesuai dengan urutan kejadiannya. Indikator tersebut ada yang digunakan untuk tindakan preventif dan tindakan kuratif (BKP, 2019).



Gambar 13.3: Proses Terjadinya Kerawanan Pangan dan Gizi (Pangan, 2019)

Daftar Pustaka

- Institute of Medicine. (2002) "Evolution of Evidence for Selected Nutrient and Disease Relationships. National Academy Press, Washington, D.C.
- Akombi, B. J. et al. (2017) 'Stunting, wasting and underweight in sub-Saharan Africa: a systematic review', International journal of environmental research and public health. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 14(8), p. 863.
- Alhusseini, N. dan Alqahtani, A. (2020). "COVID-19 Pandemic's Impact on Eating Habits in Saudi Arabia", Journal of Public Health Research, 9(1868), pp. 354–360.
- Almatsier, S. (2002). "Prinsip dasar ilmu gizi,". Jakarta: Gramedia.
- Almatsier, S. (2009) 'Basic principles of nutrition', Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, S., Soetardjo, S. and Soekatri, M. (2019) 'Gizi seimbang dalam daur kehidupan'. Gramedia Pustaka Utama.
- Amezqueta, S., Penas, E. G., Arbizu, M. M. Cerain, A. L. (2009) "Ochratoxin a decontamination: A review," Food Control, 20(4): 326-333.
- Andini, A. R., Aditiawati, A. and Septadina, I. S. (2016) 'Pengaruh Faktor Keturunan dan Gaya Hidup Terhadap Obesitas pada Murid SD Swasta di Kecamatan Ilir Timur 1 Palembang', Jurnal Kedokteran dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya, 3(2), pp. 114–119.

- Anggraeni, E. D., Hidayat, S. I. and Amir, I. T. (2021) 'Persepsi dan Minat Masyarakat Terhadap Konsumsi Susu', *Jurnal Social Economic of Agriculture*, 10(1), p. 41. doi: 10.26418/j.sea.v10i1.47753.
- Anggraeni, N. O. (2020) 'Pemanfaatan Belut (*Monopterus albus*) pada Pembuatan Cendol Kaya Protein', *Jurnal Agercolere*, 2(2), pp. 47–52. doi: 10.37195/jac.v2i2.118.
- Anggraeni, N., Sastro Darmanto, Y. and Riyadi, P. H. (2016) 'Pemanfaatan Nanokalsium Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Beras Analog dari Berbagai Macam Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.)', *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4), pp. 114–122. doi: 10.17728/jatp.187.
- Anisa, A. et al. (2015) 'Permasalahan Gizi Masyarakat Dan Upaya Perbaikannya', *agroteknologi*.
- Anonim. (2022). "Pengolahan Makanan". https://id.wikipedia.org/wiki/Pengolahan_makanan. Diakses 15 Januari 2022
- Aritonang, E. (2010) *Kebutuhan gizi ibu hamil*. PT Penerbit IPB Press.
- Aviles, B., Klotz, C., Eifert, J., Williams, R. and Ponder, M. (2013) "Biofilms promote survival and virulence of *Salmonella enterica* sv. Tennessee during prolonged dry storage and after passage through an in vitro digestion system," *International Journal of Food Microbiology*, 162(3): 252.
- Azizahwati, A., Kurniadi, M. dan Hidayati, H. (2007) "Analisis zat warna sintetik terlarang untuk makanan yang beredar di Pasaran," *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 4(1): 7-25.
- Badan Ketahanan Pangan (BKP) . (2019). *Panduan Analisis Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG)*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Badan Ketahanan Pangan (BKP). (2020). *Laporan Tahunan Badan Ketahanan Pangan Tahun 2020*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Bailey, R. L., West Jr, K. P. and Black, R. E. (2015) 'The epidemiology of global micronutrient deficiencies', *Annals of Nutrition and Metabolism*, 66(Suppl. 2), pp. 22–33.

- Bajaj, J. K., Salwan, P. and Salwan, S. (2016) 'Various possible toxicants involved in thyroid dysfunction: A Review', *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 10(1), p. FE01.
- Balitbangkes (2018) 'Laporan Nasional_RKD2018_FINAL.pdf', Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, p. 198. Available at: http://labdata.litbang.kemkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf.
- Bappenas. (2022). Sustainable Food Waste Management Contributes to Low Carbon Development in Indonesia.
- Barceloux D. G. (2008) "Potatoes, tomatoes, and solanine toxicity (*Solanum tuberosum* L., *Solanum lycopersicum* L.)," *Medical Toxicology of Natural Substances*, 55(6): 391-402.
- Bender, D. A. (2008) "Introduction to Nutrition and Metabolism," UCL Press. London.
- Bintsis, T. (2017) "Foodborne pathogens," *AIMS Microbiol*, 3(3), hal. 529-563.
- Bouis, H. E. and Saltzman, A. (2017) 'Improving nutrition through biofortification: a review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016', *Global food security*, 12, pp. 49–58.
- BPOM. (2018) "Keamanan Pangan," www.pom.go.id
- Broto, W. (2018) 'Status Cemarkan Dan Upaya Pengendalian Aflatoksin Pada Komoditas Sereal Dan Aneka Kacang', *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 37(2), p. 81. doi: 10.21082/jp3.v37n2.2018.p81-90.
- Cena, H., dan Calder, P. C. (2020). "Defining a Healthy Diet : Evidence for The Role of Contemporary Dietary Patterns in Health and Disease", *Journal of Nutrients*, 12, 334;doi:10.3390/nu12020334. www.mdpi.com/journal/nutrients.
- Chadare, F. J. et al. (2019) 'Conventional and food-to-food fortification: An appraisal of past practices and lessons learned', *Food science & nutrition*, 7(9), pp. 2781–2795.
- Chen, Y., Michalak, M., Agellon, L.B. (2018). Importance of Nutrients and Nutrient Metabolism on Human Health. *Yale Journal of Biology and Medicine* 91, pp.95-103.

- Chukwuocha, U. M., Dozie, I. N. S., Amadi, A. N., Nwankwo, B. O., Ukaga, C. N., Aguwa, O. C., Abanobi, O. C. and Nwoke, E. A. (2009) "The knowledge, attitude and practices of food handlers in food sanitation in a metropolis in South Eastern Nigeria," *East African Journal of Public Health*, 6(3), hal. 243-246.
- Cooper, C. et al. (2009) 'Developmental origins of osteoporosis: the role of maternal nutrition', *Early nutrition programming and health outcomes in later life*. Springer, pp. 31–39.
- Coulombier, D., Heppner, C., Fabiansson, S., Tarantola, A., Cochet, A., Kreidl, P. and Reintjes, R. (2008) "Melamine contamination of dairy products in China health impact on citizens of the European Union," *Europe's journal on infectious*, 13(40), hal. 1–2.
- Da Poian, A.T. (2010). *Nutrient Utilization in Humans: Metabolism Pathways*. Nature Education 3(9):11
- De Jesus, N. Z. T. et al. (2012) 'Tannins, peptic ulcers and related mechanisms', *International journal of molecular sciences*, 13(3), pp. 3203–3228.
- Dickerson RN, Patel JJ, McClain CJ. (2017). Protein and calorie requirements associated with the presence of obesity. *Nutrition in Clinical Practice*. 32: 86S-93S.
- Djajanti, C. W., Prastyawati, I. Y. and Astrid, M. (2016) 'Pengaruh Penyuluhan Kesehatan Terhadap Tingkat Pengetahuan (Tahu) Ibu Tentang Gangguan Akibat Kekurangan Yodium (Gaky)', *Jurnal Keperawatan*, 5(1), pp. 17–23.
- Dwyer J. (2003). *Dietary Requirements of Adults*. Dalam: Caballero B, editor. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition). Second Edition. Oxford. Oxford: Academic Press. hlm. 1863–1868.
- El Gustian, A. (2013) 'Perkembangan program fortifikasi pangan dan identifikasi pangan yang difortifikasi'.
- Eslami, H., Marzban, A., Mohajeri, F. A., Rezaei, Z. and Fard, M. R. (2015) "Students' knowledge and attitude of hygiene and food safety at Shahid Sadoughi University of Medical Science in Yazd, Iran," *Journal of Community Health Research*, 4(3): 159-167.

- FAO. (2019). *The State of Food and Agriculture: Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fauziyah, A. N. (2017) 'Malnutrition in Eastern Indonesia: Does food access matter?', *Jurnal Ekonomi Kesehatan Indonesia*, 1(2). doi: 10.7454/eki.v1i2.1870.
- Febrianti, N., Yuniarto, I. and Dhaniaputri, R. (2015) 'Kandungan Antioksidan dan Asam Askorbat pada Jus Buah-Buahan Tropis', *Jurnal Bioedukatika*, 3(1), p. 6. doi: 10.26555/bioedukatika.v3i1.4130.
- Firdaus, N., dan Cahyono, B. D. (2017). "Bagaimana Pola Konsumsi dan Keanekaragaman Pangan Mempengaruhi Ketahanan Pangan: Studi Kasus Yogyakarta dan Nusa Tenggara Timur", *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan* Vol 25, No.1.
- Garg, M. et al. (2018) 'Biofortified crops generated by breeding, agronomy, and transgenic approaches are improving lives of millions of people around the world', *Frontiers in Nutrition*, 5, p. 12.
- Garrow, J.S., James W.P.T. (2000) "Human Nutrition and Dietetic," 10th Edition Churchill Livingstone. London.
- Gautam, A. K. et al. (2020) 'Legume lectins: Potential use as a diagnostics and therapeutics against the cancer', *International journal of biological macromolecules*, 142, pp. 474–483.
- Gibson, R. S., Raboy, V. and King, J. C. (2018) 'Implications of phytate in plant-based foods for iron and zinc bioavailability, setting dietary requirements, and formulating programs and policies', *Nutrition reviews*, 76(11), pp. 793–804.
- Gibson, R.S., (2005). *Principles of nutritional assessment*. Oxford university press, USA.
- Gifari, N. et al. (2020) 'Edukasi Gizi Seimbang dan Aktivitas Fisik dalam Upaya Pencegahan Obesitas Remaja', *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 4(1), pp. 55–62.
- Ginting, E., Yulifianti, R. and Jusuf, M. J. M. (2014) 'Ubijalar Sebagai Bahan Diversifikasi Pangan Lokal', *Jurnal Pangan*, 23(2), pp. 194–207. Available at: <http://jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/63>.

- Goldman, D. P. (2002) "The Physical Hazards of Foreign Materials. Presentation for The Public Meeting on Foreign Material Contamination,"
<http://www.haccpguy.com/images/PhysicalHazardsofForeignMaterials.pdf>
- Hall, K.D., Heymsfield, S.B., Kemnitz, J.W., Klein, S., Schoeller, D.A., Speakman, J.R. (2012) "Energy Balance And Its Components: Implications For Body Weight Regulation," *Am. J. Clin. Nutr*, 95, hal 989–994.
- Halodoc (2018) 'Jumlah Kebutuhan Zat Gizi Yang Dibutuhkan Oleh Tubuh Manusia'.
- Hamid, Y., Setiawan, B., dan Suhartini. (2013). " Analisis Pola Konsumsi Pangan Rumah Tangga (Studi Kasus di Kecamatan Tarakan Barat Kota Tarakan Provinsi Kalimantan Timur)", *AGRISE Volume XIII No. 3*. ISSN : 1412-1425.
- Handayani, T., Xyzquolyna, D., Pranoto, Y. Suratman, A. (2019) "Reduction of Pb(II) Ion in Soybean Seeds (Glycine max) using Corncob Liquid Smoke," *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 292.
- Hardinsyah dan Supariasa, I. D. N. (2016) 'Ilmu Gizi Teori & Aplikasi', Buku Kedokteran ECG, p. 9789790447257.
- Hattas, Z. (2011). "Pola Konsumsi Masyarakat" ;
<http://ekonkop.blogspot.com/2011/11/polakonsumsi-masyarakat.html>.
- He, S. et al. (2018) 'Phaseolus vulgaris lectins: A systematic review of characteristics and health implications', *Critical reviews in food science and nutrition*, 58(1), pp. 70–83.
- Indraningsih dan Widiastuti, R. (1998) "Residu Pestisida Organoklorin serta Kemungkinan Bahayanya pada Ternak," *Wartazoa*, 7(2).
- Indriani, Yaktiworo. (2015). "Gizi dan Pangan". Aura Publishing. Bandar Lampung
- IOM. (2005). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington: The National Academies Press.

- IOM. (2006). *Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements*. Washington: The National Academies Press.
- Jakimska, A., Konieczka, P., Skora, K. and Namiesnik, J. (2011) "Bioaccumulation of metals in tissues of marine animals, Part I: The role and impact of heavy metals on Organisms," *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(5): 1117-1125.
- Ji, H. et al. (2015) 'Analysis on the Nutrition Composition and Antioxidant Activity of Different Types of Sweet Potato Cultivars', *Food and Nutrition Sciences*, 06(01), pp. 161–167. doi: 10.4236/fns.2015.61017.
- Kadarsih, M. S. (2014). *Efektivitas Pelaksanaan Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (Skpg) di Kabupaten Bantul*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Karamać, M. (2009) 'Chelation of Cu (II), Zn (II), and Fe (II) by tannin constituents of selected edible nuts', *International journal of molecular sciences*, 10(12), pp. 5485–5497.
- Kemendes. (2018). *Laporan Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Kemendes. (2019). *Permenkes RI No. 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Untuk Masyarakat Indonesia*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). "Pedoman Gizi Seimbang", *Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 41 Tahun 2014*.
- Kementerian Kesehatan RI (2020) *Standar Antropometri Anak*. Indonesia: [https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/152505/permenkes-no-2 tahun-2020](https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/152505/permenkes-no-2-tahun-2020). Available at: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/152505/permenkes-no-2-tahun-2020>.
- Kementerian Kesehatan RI (2021) *STUDI STATUS GIZI INDONESIA 2021*. Available at: <https://www.litbang.kemkes.go.id/buku-saku-hasil-studi-status-gizi-indonesia-ssgi-tahun-2021/>
- Kementrian Kesehatan. (2014). "Peraturan Menteri Kesehatan RI No 4 Tahun 2014 tentang Pedoman Gizi Seimbang". Kementrian Kesehatan. Jakarta.
- Kementrian Pertanian. (2013). "Pedoman Panen, Pascapanen dan Pengelolaan Bangsa Pascapanen Hortikultura yang Baik". Kementrian Pertanian. Jakarta.

- Krause, I. et al. (2002) 'Intradialytic parenteral nutrition in malnourished children treated with hemodialysis', *Journal of Renal Nutrition*. Elsevier, 12(1), pp. 55–59.
- Kumar, A., Pathak, H., Bhadauria, S. and Sudan, J. (2021) "Aflatoxin contamination in food crops: causes, detection, and managements: a riview," *Springer*, 162(3): 184-190.
- Kustiyah, L., Dewi, M. and Puspitasari, D. S. (2013) 'Penerimaan Konsumen Dan Compliance Makanan Siap Makan Cookies Berbasis Bahan Lokal Untuk Anak Batita Wasting', *GIZI INDONESIA*, 36(1).
- Kusuma, R. J. et al. (2021) 'Analisis proksimat kue kering yang disuplementasi cabuk sebagai alternatif Pangan Tinggi Protein-Tinggi Energi Proximate analysis of cookies supplemented with cabuk as an alternative High Protein-High Energy Food'.
- Lam, S. K. and Ng, T. B. (2011) 'Lectins: production and practical applications', *Applied microbiology and biotechnology*, 89(1), pp. 45–55.
- Lamabelawa, Y. R. G. 2006. Analisis Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (Skpg) dalam Mengatasi Masalah Gizi Buruk di Kabupaten Lembata Propinsi Nusa Tenggara Timur. Universitas Diponegoro Semarang.
- Leong SY, Oey I. (2012). Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables. *Food Chemistry*. 133(4): 1577–1587. doi:10.1016/j.foodchem.2012.02.052.
- Lyimo ME, Gimbi DM, Kihinga T. (2010). Effect of Processing Methods on Nutrient Contents of Six Sweet Potato Varieties Grown in Lake Zone of Tanzania. 10(1): 7.
- Malnutrisi, A. (2014) 'Anemia Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Anak Malnutrisi', *KESMAS - Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(2), pp. 106–114. doi: 10.15294/kemas.v9i2.2837.
- Manore, M. M. (2005) 'Exercise and the Institute of Medicine recommendations for nutrition', *Current sports medicine reports*. Springer, 4(4), pp. 193–198.
- Marfuah, D. and Kusudaryati, D. P. D. (2016) 'Efektifitas edukasi gizi terhadap perbaikan asupan zat besi pada remaja putri', *Profesi (Profesional Islam): Media Publikasi Penelitian*, 14(1), pp. 5–9.

- Mayer, A.-M. et al. (2019) Indonesia's Triple Burden of Malnutrition: A call for urgent policy change.
- Mishra, Abtar et al. (2019) 'Structure-function and application of plant lectins in disease biology and immunity', *Food and Chemical Toxicology*, 134, p. 110827.
- Muhandri, Tjahtja., Kadarisman, Darwin. (2012). "Sistem Jaminan Mutu Industri Pangan". IPB Pres. Bogor.
- Muhilal, M. et al. (2019) 'Dampak pemberian vitamin A dosis tinggi pada ibu menyusui terhadap status vitamin A anak'. Pusat Penelitian dan Pengembangan Upaya Kesehatan Masyarakat.
- Muliarini, P. (2010) 'Pola Makan dan Gaya Hidup Sehat Selama Kehamilan', Yogyakarta: Nuha Medika.
- Mustakim, Efendi, R., dan Sofiany, I. R. (2021). "Pola Konsumsi Pangan Pensusuk Usia Produktif Pada Masa Pandemi Covid-19," *Ikesma : Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Vol. 17. doi: ISSN: 2684-7035.
- Mutalib, A. N. A, Syafinaz, A. N., Sakai, K. and Shirai, Y. (2015) "An overview of foodborne illness and food safety in Malaysia," *International Food Research Journal*, 22(3): 896-901.
- NACS (2016) 'Nutrition Assessment, Counseling, and Support (NACS): A User's Guide—Module 2: Nutrition Assessment and Classification, Version 2.', *Nutrition Assessment, Counseling, and Support (NACS)*, 2, pp. 1–12. Available at: <https://www.fantaproject.org/sites/default/files/resources/NACS-Users-Guide-Module2-May2016.pdf>
- Ndubuisi, N. D. and Chidiebere, A. C. U. (2018) "Cyanide in cassava a review," *International Journal of Genomics and Data Mining*, 2(1): 1-10.
- NHMRC. (2006). *Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand: Including Recommended Dietary Intakes*. National Health and Medical Research Council.
- Oloyede F, Adebooye OC, Obuotor EM. (2014). Planting date and fertilizer affect antioxidants in pumpkin fruit. *Scientia Horticulturae*. 168: 46–50. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.01.012>.

- Oloyede FM, Agbaje GO, Obuotor EM, Obisesan IO. (2012). Nutritional and antioxidant profiles of pumpkin (*Cucurbita pepo* Linn.) immature and mature fruits as influenced by NPK fertilizer. *Food Chemistry*. 135(2): 460–463. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.124>.
- Olson, R. et al. (2021) 'Food Fortification: The Advantages, Disadvantages and Lessons from Sight and Life Programs', *Nutrients*, 13(4), p. 1118.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor : 43/Permentan/OT.140/7/2010 tentang Pedoman Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi.
- Perdani, Ranum Ester Putri., Hersoelistyorini, Wikanastri., Suyanto, Agus. (2018) . "Kadar Protein, Aktivitas Antioksidan dan Sifat Organoleptis Cookies Tersubstitusi Tepung Mocaf dan Tepung Kecambah Kacang Hijau Kukus". *Jurnal Pangan dan Gizi* 8(2), hal 11-21, April 2018.
- Permatasari, I. R. I., Mayulu, N. and Hamel, R. (2013) 'Analisa riwayat orang tua sebagai faktor resiko obesitas pada anak SD di Kota Manado', *Jurnal Keperawatan*, 1(1).
- Pertanian. (2017, December 29). Penanganan Daerah Rawan Pangan. Retrieved January 14, 2022, from deptan.kotamagelang.go.id: <http://pertanian.magelangkota.go.id/informasi/artikel-pertanian/155-penanganan-daerah-rawan-pangan>.
- Petroski, W. and Minich, D. M. (2020) 'Is There Such a Thing as "Anti-Nutrients"? A Narrative Review of Perceived Problematic Plant Compounds', *Nutrients*, 12(10), p. 2929.
- Poniedzialek, B., Perkowska, K. and Rzymiski, P. (2020) 'Food Fortification', *Vitamins and Minerals Biofortification of Edible Plants*. (Wiley Online Books), pp. 27–44. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119511144.ch2>.
- Prasidi, D. and Mardiyah, A. (2020) 'Analisis nilai tambah kentang Sebagai bahan baku kripik Kentang keju', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*. Available at: <http://publikasiilmiah.umsu.ac.id/index.php/jim/article/view/1089>.
- Pratiwi, D., Wardaniati, I. dan Dewi, A. P. (2019) "Uji selektifitas dan sensitifitas pereaksi untuk deteksi formalin pada bahan pangan," *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, Vol. 16, No. 1, hal. 17-26.
- Pratiwi, Y. S. (2013) 'Kekurangan vitamin A (KVA) dan infeksi', *Dalam Jurnal The Indonesian Journal of Health Science*, 3(2), pp. 207–210.

- Pritasari, P., Didit, D. and Nugraheni, T. L. (2017) 'Gizi dalam daur kehidupan'. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Pudjirahaju, Astutik. (2018). "Bahan Ajar Pengawasan Mutu Pangan". Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Putri, S. S. F., Irfanuddin, I. and Murti, K. (2021) 'POTENSI MIKROBIOTA USUS DALAM PENCEGAHAN DAN TATALAKSANA OBESITAS', JAMBI MEDICAL JOURNAL" Jurnal Kedokteran dan Kesehatan", 9(3), pp. 276–282.
- Rahayu, Atikah., Yulidasari, Fahrini., Putri, Andini Octaviana. (2019). "Buku Ajar Ekologi Pangan dan Gizi". Mine. Bantul.
- Rahayu, Winiati P. (2022) "Potensi Bahaya Pada Air Minum Tercemar". Food Review Indonesia Vol XVII No 1 Januari 2022. hal 56-60.
- Rahmawati, Fitri. (2013). "Pengemasan dan Pelabelan". Disampaikan dalam Pelatihan Kewirausahaan bagi Kelompok UPPKS BPPM DIY. 9-11 September 2013. Yogyakarta
- Rangga, K. K. et al. (2015). Kajian Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (Skpg) Berdasarkan Wilayah Pedesaan dan Wilayah Perkotaan di Provinsi Lampung. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Rietjens, I. M. C. M., Louisse, J. and Beekmann, K. (2017) 'The potential health effects of dietary phytoestrogens', British journal of pharmacology, 174(11), pp. 1263–1280.
- Rizona, F., Rahmawati, F. and Septiawati, D. (2021) 'Effect of Dreall Healthy about Sedentary Life Style for Increasing Motivation to Children with Obesity', Media Kesehatan Masyarakat Indonesia, 17(2), pp. 43–48.
- Rumawas, V. V., Nayoan, H., & Kumayas, N. (2021). Peran Pemerintah Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan di Kabupaten Minahasa Selatan (Studi Dinas Ketahanan Pangan Minahasa Selatan). Jurnal Governance , 1-12.
- Saghir Ahmad, K. Y. (2015) 'Malnutrition: Causes and Strategies', Journal of Food Processing & Technology, 06(04). doi: 10.4172/2157-7110.1000434.
- Sari, D. A., Hadiyanto. (2013). "Teknologi dan Metode Penyimpanan Makanan Sebagai Upaya Memperpanjang Shelf Life". Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan Indonesian Food Technologist Community Vol 2 No 2.

- Satriawan, E. (2018) 'Strategi nasional percepatan pencegahan stunting 2018-2024', Jakarta: Tim Nasional Percepatan Penanggulangan Kemiskinan (TNP2K).
- Schechter. (2010) "Bisphenol A in U.S. food," *Environ Sci Technol*, 44(24): 9425-9430.
- Serna, J. G., Vazquez, C., Jaen, M. T. G. and Patino, B. (2018) "Wine contamination with Ochratoxins: A Review," *Beverages*, 4(1): 1-21.
- Shetty, P. (2003) 'Malnutrition and Undernutrition', *Medicine*, 31(4), pp. 18–22. doi: 10.1383/medc.31.4.18.27958.
- Sinha, K. and Khare, V. (2017) 'Review on: Antinutritional factors in vegetable crops', *The Pharma Innovation Journal*, 6(12), pp. 353–358.
- Soekirman (2015) *Apa dan Mengapa Fortifikasi*. Batam.
- Stipanuk, M.H. (2000) "Biochemical and Physiological Aspects of Human Nutrition. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Stipanuk, M.H., and Caudill, M.A. (2013). In *Biochemical, Physiology and Molecular Asp. of Hum. Nutrition*. 3rd eds., Elsevier Saunders, St. Louis, MO.
- Suarni dan Muh Yasin (2015) 'Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional', *Iptek Tanaman Pangan*, 6(1), pp. 41–56.
- Sulmiyati, S. et al. (2018) 'Perbandingan Kualitas Fisiokimia Kefir Susu Kambing dengan Kefir Susu Sapi (COMPARISON OF PHYSIOCHEMICAL QUALITY OF GOAT MILK KEFIR WITH COW MILK KEFIR)', *Jurnal Veteriner*, 19(2), p. 263. doi: 10.19087/jveteriner.2018.19.2.263.
- Suneno, D. (2019) "Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Kandungan Boraks pada Bakso menggunakan Kertas Turmeric, FR-IR Spektrometer dan Spektrofotometer UV-Vis," *Indonesian Journal of Halal*.
- Supariasa, I. D. N. (2002) 'Assessment of nutritional status', Jakarta: EGC, pp. 48–49.
- Supariasa, I.D.N.B., Fajar, I. dan Bakri, I., (2001). *Penilaian status gizi*. Jakarta: EGC.

- Supraptini. (2002) "Kejadian keracunan makanan dan penyebabnya di Indonesia 1995-2000," *Jurnal Ekologi Kesehatan*, Vol. 1, No. 3, hal. 127-135.
- Surono, S.I., Sudibyo, A. dan Waspodo, P. (2016) "Pengantar Keamanan Pangan untuk Industri Pangan" Yogyakarta: Deepublish.
- Sutardjo, S. and Farkhan, B. H. (2008) 'Penuntun Diit Anak'. Gramedia.
- Syafizar dan Welis, Wilda. (2008) "Ilmu Gizi". Wineka Media. Malang
- Tarumingkeng, R. C., Coto, I. Z. and Harjanto, I. (2004) 'FORTIFIKASI PANGAN SEBAGAI UPAYA PENANGGULANGAN ANEMI GIZI BESI'.
- Tirtawinata, Tien Ch. (2006). "Makanan dalam Perspektif Alquran dan Ilmu Gizi". Balai Penerbit FKUI. Jakarta.
- Undang-Undang Negara Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan.
- Westerterp, K.R. (2018) "Exercise, Energy Balance and Body Composition," *Eur. J. Clin. Nutr.*, 72, hal 1246–1250.
- WHO. (1985). Energy and protein requirements. Switzerland: FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Energy and Protein Requirements.
- Winarno, F. G. (2002). "Kimia Pangan dan Gizi". Gramedia. Jakarta
- World Health Organization. (2019). "Healthy Diet", Regional Office for The Eastern Mediterranean. WHO Library Cataloguing in Publication Data. WHO-EM/NUT/282/E.
- Yarnell, E. (2017) 'Phytoestrogens and estrogen-sensitive cancers: review of the evidence', *Alternative and Complementary Therapies*, 23(1), pp. 25–30.
- Yeni, Restiani., dkk. (2020). "Pedoman Label Pangan Olahan". Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) RI. Jakarta.
- Yilmaz, C. dan Gokmen, V. (2020). "Neuroactive Compounds in Foods : Occurrence, Mechanism and Potential Health Effects", *Food Research International*, 128. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996919306301?via%3Dihub>.

Zhang, J., Shi, J., Ilic, S., Xue, S. J. and Kakuda, Y. (2013) "Biological Properties and Characterization of Lectin from Red Kidney Bean (*Phaseolus Vulgaris*)," *Food Review International*, 25(1): 12-27.

Biodata Penulis



Laela Nur Rokhmah lahir di Temanggung, pada 3 Juni 1986. Ia tercatat sebagai lulusan strata 1 (S-1) Teknologi Hasil Pertanian UNS dan lulusan pasca sarjana (S-2) prodi Ilmu dan Teknologi Pangan UGM. Wanita yang kerap disapa Laela ini adalah anak sulung dari 3 bersaudara pasangan Much Sayuti (ayah) dan Urip Marokhanah (ibu). Laela mengajar sebagai Dosen di Politeknik Santo Paulus Surakarta Prodi Teknologi Rekayasa Pangan. Fokus pada Kopi, Rekayasa Pangan, Pangan Gizi. Tulisannya antara lain Buku Kopi Indonesia dan beberapa artikel sudah diterbitkan di beberapa Jurnal



Ryan Budi Setiawan Lahir di Wonogiri, pada 4 Februari 1990. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Andalas (S1) dan Institut Pertanian Bogor (S2). Pria yang kerap disapa Ryan ini adalah anak dari pasangan Nardi (ayah) dan Karti (ibu). Saat ini penulis berprofesi sebagai Dosen di Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Penulis mendalami bidang pemuliaan dan bioteknologi tanaman terutama berkaitan dengan pemuliaan invitro dan konservasi plasma nutfah



IPDA dr. Deasy Handayani Purba dilahirkan di Medan, Sumatera Utara pada tanggal 9 Desember 1992, merupakan anak ke enam dari sembilan bersaudara, buah hati dari Bapak Dr. Bonaraja Purba, M.Si dan Ibu Romlah Sinaga, S.Pd (†).

Riwayat pendidikan penulis dimulai dari SD Sutomo 1 Medan (1999), SMP Sutomo 1 Medan (2005), SMA Sutomo 1 Medan (2008), dan Fakultas Kedokteran USU (2011).

Semasa kuliah, penulis aktif berorganisasi dan sering mengikuti berbagai kegiatan dan perlombaan ilmiah Fakultas Kedokteran se-Indonesia, seperti di Universitas Hasanuddin (Makassar), Universitas Gadjah Mada (Yogyakarta), Universitas Padjadjaran (Bandung), Universitas Udayana (Bali), dan Universitas Lambung Mangkurat (Banjarmasin). Penulis juga merupakan peserta Program Pertukaran Mahasiswa di Negara Filipina (2014) dan Wakil 1 Duta Bahasa Provinsi Sumatera Utara (2015).

Setelah menjadi seorang dokter, penulis terpanggil untuk mengabdikan ke pelosok Indonesia melalui Program Ekspedisi Nusantara Jaya Kemenko Kemaritiman di Pulau Pari, Kepulauan Seribu (2017), Program Internship Kementerian Kesehatan di Sumbawa Barat, Nusa Tenggara Barat (2018), dan Program Nusantara Sehat Tim Kementerian Kesehatan di Bualemo, Sulawesi Tengah (2019-2021).

Saat ini, sembari mengemban amanah sebagai seorang Dokter Polisi di Biddokkes Polda Sumatera Utara, penulis juga aktif menulis buku. Per tanggal buku ini diterbitkan, sudah ada 17 buku referensi dan 1 buku Antologi Nusantara Sehat yang ditulis dan diterbitkan. Beberapa diantaranya adalah Ilmu Kesehatan Anak (2020), Infeksi Menular Seksual dan HIV/AIDS (2021), dan Kesehatan Mental (2021).



Novia Anggraeni lahir di Semarang, pada 10 Juli 1994 sebagai anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bambang Irawan dan Suyanti. Wanita yang kerap disapa Opik ini telah menyelesaikan pendidikan sarjana di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro pada tahun 2015. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, dan mendapatkan gelar Master pada tahun 2019. Saat ini, penulis menjadi salah Satu dosen di Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi,

Universitas Nasional Karangturi Semarang.

Sari Suhendriani tercatat sebagai lulusan Pascasarjana dari Universitas Gadjah Mada program studi Ilmu dan Teknologi Pangan tahun 2014. Wanita yang kerap disapa Sari ini sangat antusias dan konsen terhadap pola makan sehat. Ia juga berprofesi sebagai Dosen Luar Biasa di prodi Teknologi Pangan di salah satu Universitas di Semarang. Saat ini ia sedang berdomisili di Korea Selatan. Dan sedang mendalami pola konsumsi pangan masyarakat Korea Selatan.



Ahmad Faridi lahir di Jakarta, pada 7 Juli 1971. Ia tercatat sebagai lulusan Akademi Gizi Depkes (Diploma III Gizi), Institut Pertanian Bogor (Sarjana Pertanian), PPs Universitas Muhammadiyah Prof Dr Hamka (Magister Kesehatan) dan Sedang mengikuti Program Doktorat Manejemen di Universitas Mercubuana. Bapak yang kerap disapa Ahmad ini memiliki Istri bernama Winny Puspita, S.Gz, M.Si, RD dengan 2 orang anak Amalia Hasnah, S.H dan Rafi Ramahurmuzy, S.Tr.DS. Ahmad bukanlah orang baru di dalam penulisan buku ajar. Ada

beberapa buku yang telah diterbitkan seperti Ekonomi Pangan dan Gizi, Ilmu Gizi Dasar. Gizi Dalam Daur Kehidupan dan Metodologi Penelitian Kesehatan. Pada 2014, Ahmad berhasil meraih Hibah Buku Ajar Kemenristek Dikti.

Ahmad juga saat ini menjadi Asesor Akreditasi Mandiri Kesehatan di LAMPTKes serta terlibat dalam penelitian-penelitian Nasional Kesehatan di Badan Litbangkes Kemenkes RI.



Martina Widhi Hapsari lahir di Surakarta, 13 April 1994. Studi Sarjana di Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro. Lulusan Magister Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Bidang keilmuan yang sesuai adalah Kimia Pangan. Saat ini mengajar sebagai Dosen Teknologi Pangan di Universitas Nasional Karangturi Semarang. Penelitian yang dilakukan berfokus pada pangan fungsional, enzim, edible film dan inovasi pengolahan

pangan lokal.



Yohanes Kristianto, Lektor Kepala Bidang Ilmu Teknologi Pangan dan Gizi pada Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang, lahir di Trenggalek Jawa Timur. Ia menempuh pendidikan DIII Gizi di Politeknik Kesehatan Malang, Post Graduate Diploma in Food Science dan Master of Food Technology di Department of Nutrition, Dietetics and Food Science, Curtin University of Technology, Australia, dan mendapat gelar Doktor dari Fakultas

Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Sebelum menjadi dosen, ia bekerja sebagai detailer pada perusahaan obat dan makanan dan unit penelitian gizi Morvita – Dietvita, kerja sama Universitas Gadjah Mada dan John Hopkins University, Baltimore USA. Ia lulus uji kompetensi auditor keamanan pangan HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) dari lembaga pelatihan terakreditasi KAN. Ia juga merupakan alumni program South East Asian Nutrition Leadership SEAMEO-TROPED RCCN UI. Penghargaan sebagai dosen Politeknik Kesehatan Berprestasi Nasional ia terima tahun 2008. Buku-buku yang sudah ditulis antara lain: Olahan Lidah Buaya (PT Trubus Agrisarana), Panduan Memilih dan Belanja Makanan Sehat (Nailil Printika), MPASI (Genta Group). Penulis juga sudah menerjemahkan (Inggris – Indonesia) beberapa buku teks pangan dan gizi.



Laeli Nur Hasanah lahir di Wonosobo tanggal 8 Maret 1990. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di program studi Ilmu Gizi, Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 2008, S2 Ilmu Gizi di IPB tahun 2015. Mulai tahun 2019 penulis mengabdikan sebagai dosen di Program Studi Gizi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta. Selain itu, penulis juga aktif dalam pengembangan komunitas remaja peduli kesehatan dan gizi yakni @wonosobosehat. Beberapa judul buku yang pernah ditulis bersama Yayasan Kita Menulis adalah *Tumbuh Kembang Anak* (2021), *Pengantar Kesehatan dan Gizi* (2021), *Pengantar Ilmu Kesehatan Masyarakat* (2021).



Niken Bayu Argaheni, S.ST, M.Keb., dosen di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Founder dari Perempuan Berdaya. Penerima Hibah Penelitian Riset Group “Pengaruh Mat Pilates Exercise Terhadap Skala Nyeri, Kecemasan, Frekuensi Nadi Pada Remaja Putri Dengan Dismenorea Primer di Surakarta (2020)”, “Pembelajaran Daring Research Group Ibu Hamil Guna Pencegahan Covid-19 (2020)”, Bimbingan Konseling Spiritual Bagi Pengasuh Dan Anak Asuh Panti Asuhan Anak Penderita HIV/AIDS Di Yayasan Lentera Surakarta (2021). Dapat dihubungi di kontak: +6285740888008, email: kinantiniken@gmail.com.



Anto, S.TP., M.Sc Lahir di Kelurahan Talotenreng Kecamatan Sabbangparu Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan, pada tanggal 31 Desember 1980. Studi S1 di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin tahun 2008. Tahun 2009 bekerja diposisi tenaga pengajar di Universitas Ichsan Gorontalo di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian. Program Magister di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada tahun 2011. Anaka Dari pernikahan dengan Sri Meriyanti Hamzah, SKM, 1 orang putra dan 1 orang

putri yaitu Uwais Al Ghoziy dan Unaisah Shagueena Al Ghoziyah.

Menjadi peneliti dari tahun 2015-2019 dari Penelitian Dosen Pemula (PDP) sampai Penelitian Kerjasama Antara Perguruan Tinggi (PEKERTI) dan Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) dengan Mitra Universitas Gadjah Mada

Aktif di organisasi profesi Persatuan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) cabang Gorontalo sebagai anggota, organisasi Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI) cabang Gorontalo sebagai anggota. Selain itu, aktif juga di organisasi kemasyarakatan yaitu di organisasi Wahdah Islamiyah Provinsi Gorontalo.



Tri Handayani, S.Pd., M.Sc lahir di Bandung, 11 September 1987. Ia tercatat sebagai lulusan sarjana Pendidikan Kimia Universitas Negeri Gorontalo Tahun 2019 (S1) dan lulusan magister Ilmu Kimia Tahun 2014 Universitas Gadjah Mada (S2). Saat ini bekerja sebagai Dosen di Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Ichsan Gorontalo pengampu mata kuliah kimia dasar, kimia pangan, dan kimia fisik. Penelitian tentang kandungan logam berat dalam bahan pangan dan cara menurunkan konsentrasinya merupakan topik penelitian yang saat ini digelutinya. Selama menjadi

dosen, Tri telah mendapatkan hibah penelitian dari DPRM Ristekdikti seperti hibah Penelitian Dosen Pemula (2015), dan Hibah Penelitian Kerja Sama antar

Perguruan Tinggi (2017-2018). Tahun 2018 lalu, Tri mengikuti Bimtek Fasilitator Keamanan Pangan Nasional yang diselenggarakan oleh Badan POM Jakarta.



Rasmaniar , SKM , M.Kes . Lahir di Batuawu, Kec. Kabaena, Kabupaten Bombana , Provinsi Sulawesi Tenggara , pada 06 Juli Tahun 1978 . Tahun 2000 Penulis menyelesaikan Pendidikan Sarjana Kesehatan Masyarakat dengan Peminatan Gizi pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar. Tahun 2007 Penulis menyelesaikan pendidikan Magister pada Program Studi Kesehatan Masyarakat peminatan Epidemiologi Universitas Hasanuddin, Makassar.

Tahun 2001 penulis lulus menjadi CPNS di lingkup BPPSDM Kesehatan, tepatnya di Poltekkes Depkes Kendari , dan setahun kemudian Penulis resmi menjadi PNS di institusi tersebut. Pada tahun 2003 hingga sekarang Penulis menjadi Dosen Tetap di Poltekkes Kemenkes Kendari, dengan Mata Kuliah yang diampu yakni Ilmu Kesehatan Masyarakat, Epidemiologi Penyakit Tropis, Epidemiologi Gizi, Manajemen Gizi, Surveilans Gizi.

Penulis aktif melaksanakan Penelitian dan Pengabdian masyarakat di bidang Kesehatan, Pangan dan Gizi serta aktif mengikuti seminar nasional dan internasional. Penulis juga aktif mempublikasi karya ilmiahnya di Jurnal Nasional dan Internasional serta mengikuti proceeding nasional maupun Internasional yang berkaitan dengan Kesehatan Masyarakat , Gizi dan Pangan.

PANGAN DAN GIZI

Setiap orang memiliki kebutuhan pangan berbeda-beda tergantung kebutuhan dan pertimbangan aktivitas. Bahan pangan yang tersedia sebagai sumber gizi yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Dalam konsep pangan, pangan dikonsumsi karena memiliki gizi baik makro maupun mikro. Kebutuhan tersebut harus dipenuhi baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Ketimpangan asupan zat gizi akan menyebabkan terganggunya kesehatan manusia. Berbagai upaya baik perbaikan proses maupun penambahan zat gizi dilakukan untuk mencegah terjadinya kekurangan gizi yang terjadi.

Dalam buku ini diharapkan akan menambah pengetahuan pembaca tentang peran penting pangan dan gizi dalam kehidupan manusia. Beberapa topik yang akan dibahas di antaranya :

- Bab 1 Pengantar Pangan dan Gizi
- Bab 2 Kandungan dan Fungsi Zat Gizi
- Bab 3 Metabolisme Zat Gizi
- Bab 4 Nilai Gizi Bahan Pangan
- Bab 5 Pola Konsumsi Pangan
- Bab 6 Kebutuhan Zat Gizi
- Bab 7 Upaya Perbaikan Gizi
- Bab 8 Kecukupan Zat Gizi
- Bab 9 Status Gizi
- Bab 10 Malnutrisi
- Bab 11 Fortifikasi dan Anti Gizi
- Bab 12 Keamanan Pangan dan Gizi
- Bab 13 Sistem Kewaspadaan Pangan dan Gizi (SKPG)



YAYASAN KITA MENULIS
press@kitamenulis.id
www.kitamenulis.id