



GIZI KESEHATAN

Iseu Siti Aisyah, Ilham Kamaruddin, Urhuhe Dena Siburian,
Efina amanda, Mulya Agustina, Ilmi dewi astuti,
Rahmawati, M. Nur Dewi Kartikasari



ISBN 978-623-8004-94-2



9 786238 004942

GIZI KESEHATAN

**Iseu Siti Aisyah
Ilham Kamaruddin
Urhuhe Dena Siburian
Leny Eka Tyas Wahyuni
Efina amanda
Mulya Agustina
Ilmi dewi astuti
Rahmawati
M. Nur Dewi Kartikasari**



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

GIZI KESEHATAN

Penulis :

Iseu Siti Aisyah
Ilham Kamaruddin
Urhuhe Dena Siburian
Leny Eka Tyas Wahyuni
Efina amanda
Mulya Agustina
Ilmi dewi astuti
Rahmawati
M. Nur Dewi Kartikasari

ISBN : 978-623-8004-94-2

Editor : Mila Sari, S.ST, M.Si

Rantika Maida Sahara, S.Tr.Kes.

Penyunting : Aulia Syaharani, S.Tr.Kes.

Desain Sampul dan Tata Letak : Handri Maika Saputra, S.ST

Penerbit : PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tangah
Padang Sumatera Barat

Website : www.globaleksekufteknologi.co.id

Email : globaleksekufteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, November 2022

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

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa. Atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Buku Hasil Kolaborasi bertema “Gizi Kesehatan” dengan tepat waktu.

Buku kolaborasi ini disusun atas kerjasama antar sesama penulis yang berasal dari berbagai latar belakang profesi dan lintas daerah di seluruh Indonesia. Selain itu, buku kolaborasi dapat menjadi wadah untuk menyatukan berbagai gagasan dan pemikiran dari seorang pakar atau ahli dari seluruh Indonesia dan menjadikan media silaturahmi akademik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman penulis dan penerbit. Ucapan terima kasih juga disampaikan pada keluarga yang telah mendukung dan semua pihak yang terlibat dalam membantu menyelesaikan buku ini.

Penulis, November 2022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB 1 KONSEP MAKANAN SEHAT	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Arti Sehat	3
1.3 Bahan Makanan dan Zat Gizi.....	4
1.4 Empat Sehat Lima Sempurna	6
1.5 Konsep Gizi Seimbang.....	8
BAB 2 ZAT GIZI DAN KARBOHIDRAT	14
2.1 Pengertian Zat Gizi.....	14
2.2 Pengelompokan Zat Gizi.....	15
2.3 Metabolisme Zat Gizi	16
2.4 Karbohidrat.....	18
2.3 Pencernaan Dan Penyerapan Karbohidrat.....	20
2.4 Proporsi Kebutuhan Zat Gizi dan Karbohidrat.....	21
BAB 3 PROTEIN	24
3.1 Pendahuluan	24
3.2 Susunan Kimia Protein.....	24
3.3 Jenis Protein.....	25
3.4 Fungsi Protein	27
3.5 Sumber Protein.....	29
3.6 Angka Kecukupan Protein.....	31
3.7 Proses Pencernaan, Penyerapan dan Metabolisme.....	32
3.8 Akibat Kekurangan dan Kelebihan Protein	33
3.8.1 Kekurangan Protein	33
3.8.2 Kelebihan Protein	34
BAB 4 ANTIOKSIDAN	37
4.1 Pendahuluan	37
4.2 Aktivitas Antioksidan	42
4.3 Peran Antioksidan bagi Kesehatan.....	43
BAB 5 PENYAKIT KURANG GIZI	49
5.1 Pendahuluan	49
5.2 Gizi Buruk.....	49
5.2.1 Definisi Gizi Buruk.....	49

5.2.2 Faktor Penyebab Gizi Buruk.....	50
5.2.3 Klasifikasi Gizi Buruk.....	50
5.3 Anemia Gizi Besi.....	51
5.3.1 Penyebab Anemia Gizi Besi.....	51
5.4 Gangguan Kekurangan Iodium.....	52
5.5 Kekurangan Vitamin A.....	53
5.5.1 Penyebab Kekurangan Vitamin A.....	54
5.5.2 Patofisiologi Kekurangan Vitamin A.....	54
BAB 6 KEBUTUHAN KALORI DAN MAKANAN	56
6.1 Pendahuluan	56
6.2 Kebutuhan Makanan	57
6.3 Kebutuhan Kalori.....	60
BAB 7 PREBIOTIK DAN PROBIOTIK.....	65
7.1 Pendahuluan	65
7.2 Prebiotik	65
7.2.1 Definisi.....	65
7.2.2 Jenis.....	66
7.2.3 Manfaat	68
7.3 Probiotik.....	70
7.3.1 Definisi.....	70
7.3.2 Jenis.....	70
7.3.3 Manfaat	71
BAB 8 PENYAKIT KELEBIHAN GIZI	79
8.1 Pendahuluan	79
8.2 Kelebihan Gizi dengan Obesitas.....	79
8.3 Dampak dari Obesitas.....	82
8.4 Risiko Mendapat Penyakit Akibat Obesitas, Kaitannya dengan Kelebihan Gizi.....	88
8.4.1 Kaitan Obesitas dengan Diabetes Mellitus	89
8.4.2 Kaitan Obesitas dengan Penyakit kardiovaskuler dan Kanker	91
8.4.3 Kaitan Obesitas dengan Penyakit Neurodegeneratif	93
BAB 9 PENDIDIKAN KESEHATAN TENTANG GIZI SEIMBANG.101	
9.1 Pendahuluan	101
9.2 Konsep gizi seimbang.....	101
9.3 Pendidikan kesehatan.....	102
9.4 Tujuan pendidikan kesehatan.....	103
9.5 Langkah-langkah pendidikan kesehatan.....	104

9.6 Sasaran	106
9.7 Metode dan teknik	106
9.8 Media	108
9.9 Pelaksanaan	108
9.10 Evaluasi	110
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 : Sejarah pesan gizi seimbang.....	10
Gambar 1.2 : Tumpeng gizi seimbang.....	10
Gambar 1.3 : Piring makanku	11
Gambar 2.1 : Proses Metabolisme	17
Gambar 3.1 : Sumber Protein Hewani dan Protein Nabati.....	30
Gambar 4.1 : Struktur Antosianin.....	40
Gambar 4.2 : Struktur Tanin	41
Gambar 4.3 : Reaksi Penetralan DPPH.....	42
Gambar 4.4 : Mekanisme Pertahanan Tubuh oleh Antioksidan....	45
Gambar 8.1 : Penggolongan Obesitas.....	82
Gambar 8.2 : Kondisi adiposit pada Obesitas	83
Gambar 8.3 : Proses inflamasi yang terjadi di jaringan adiposa pada obesitas	84
Gambar 8.4 : Kaitan Sleep Apnea dengan sindrom metabolic.....	86
Gambar 8.5 : Perbedaan Risiko Kejadian Penyakit pada jenis sel lemak.....	88
Gambar 8.6 : Kaitan diabetes mellitus dan obesitas pada jaringan dan organ tubuh (hati, otot, pankreas)	90
Gambar 8.7 : Kaitan CVD dan kanker dengan obesitas	93
Gambar 8.8 : Kaitan Neurogenerative dengan obesitas.....	94

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Nilai Protein berbagai Bahan makanan (gram/100 gram)	31
Tabel 3.2 : Angka Kecukupan Protein yang Dianjurkan	32
Tabel 4.1 : Antioksidan Alami (Zat Gizi) dalam Bahan Pangan	38
Tabel 4.2 : Antioksidan Alami (Zat NonGizi) dalam Bahan Pangan	41
Tabel 7.1 : Detail produk sebagai pembawa (<i>carrier</i>) bagi Probiotik	70

BAB 1

KONSEP MAKANAN SEHAT

Oleh Iseu Siti Aisyah

1.1 Pendahuluan

Tubuh yang sehat merupakan dambaan setiap orang. Karena kesehatan tidak dapat tergantikan. Tetapi sangat sedikit orang yang tahu dari mana kesehatan itu berasal, dan bagaimana caranya agar tidak sakit. Faktanya, rahasia kesehatan yang baik bukan terletak pada obat yang kita minum saat sakit, tetapi pada makanan yang kita makan. Makanan sehat yang mengandung nutrisi adalah kunci kesehatan yang sebenarnya.

Gizi adalah bagaimana makanan mempengaruhi kesehatan tubuh. Makanan sangat penting, makanan menyediakan nutrisi penting untuk kelangsungan hidup, dan membantu fungsi tubuh dan tetap sehat. Makanan terdiri dari makronutrien termasuk protein, karbohidrat dan lemak yang tidak hanya menawarkan kalori untuk bahan bakar tubuh dan memberikan energi tetapi memainkan peran khusus dalam menjaga kesehatan. Makanan juga memasok mikronutrien (vitamin dan mineral) dan fitokimia yang tidak menyediakan kalori tetapi melayani berbagai fungsi penting untuk memastikan tubuh beroperasi secara optimal.

Zat gizi utama dalam makanan terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral dan air. Karbohidrat dapat diperoleh dari nasi, gandum, roti, bihun, kentang, pasta, jagung, tepung terigu, sagu, ubi jalar, dan singkong. Asupan karbohidrat yang dianjurkan adalah 40-60% dari total kalori per hari. Protein bisa didapat dari kedelai, kacang tanah, ikan laut dan segar, ayam, sapi, atau kambing. Syaratnya adalah total kalori berkisar 20-40% dari total kalori. Untuk lemak, disarankan untuk menjaga total kalori harian di bawah 25% dari total kalori. Lemak terdiri dari lemak hewani dan nabati seperti mentega, minyak goreng, alpukat dan kelapa. Vitamin dan mineral diperoleh dari sayuran serta buah-buahan. Kebutuhan harian vitamin dan mineral adalah sekitar 10%. (Bajry, 2010).

Kebanyakan manusia makan hanya mengikuti selera lidah dan lupa memenuhi hak dan selera tubuh. Masyarakat cenderung memakan secara berlebihan, terlalu banyak makan yang mengandung lemak, gula, yang gurih dan lezat, betul-betul memanjakan lidah. Makan yang didasari karena kesukaan bukan pada kebutuhan menyebabkan munculnya permasalahan gizi dan kesehatan.

Seiring dengan perkembangan permasalahan kesehatan maka berkembang pula konsep makanan dan gizi. Para ahli gizi membuat pedoman atau panduan dalam tatalaksana gizi atau panduan konsumsi makanan. Pedoman asupan gizi antara satu negara dan negara lainnya bisa jadi berbeda. Hal ini dikarenakan beberapa faktor yaitu kondisi geografis, ras hingga sosial dan budaya. Pedoman dibuat berdasarkan kaji ilmiah oleh ahli gizi ataupun ahli pangan melihat dari perubahan fenomena atau hasil penelitian yang terbaru.

Panduan makanan atau pedoman makanan telah digunakan oleh ahli gizi sejak tahun 1920an (King *et al.*, 1978). Indonesia telah membuat sebuah panduan makanan yang dimulai sejak 1952 yaitu dengan pesan 4 Sehat 5 Sempurna. Hal ini menumbuhkan perhatian mengenai pentingnya gizi pada masyarakat. Pesan 4 Sehat 5 Sempurna ini pertama kali dikenalkan oleh Bapak Gizi Indonesia yaitu Prof. Purwo Soedarmo. Pesan ini terinspirasi dari Basic Four yang dimiliki oleh Amerika Serikat pada era 1940an. Basic Four terdiri dari makanan pokok, lauk pauk, sayuran, buah-buahan serta susu sebagai penyempurna dalam menu. Konsep susu menjadi penyempurna dianggap menyebabkan munculnya permasalahan obesitas/kegemukan.

Pada Konferensi Pangan Dunia pada tahun 1992, prinsip ini diubah dalam *Nutrition for Balanced Diet*. Prinsip makanan seimbang diyakini dalam memecahkan masalah gizi ganda (*double burden malnutrition*) yaitu permasalahan gizi kurang dan gizi lebih/obesitas muncul secara bersamaan. Obesitas menjadi permasalahan gizi yang angkanya terus meningkat dan menyebabkan faktor resiko terhadap penyakit degeneratif, seperti penyakit degeneratif seperti penyakit arteri koroner, diabetes, stroke, kanker dan penyakit sindrom metabolik lainnya.

1.2 Arti Sehat

Konsep “wellness”, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) merumuskannya dalam kerangka yang sangat luas, yaitu “keadaan sejahtera fisik, mental dan sosial yang utuh, bukan hanya sekedar bebas dari penyakit atau sakit/cacat”. Dengan definisi ini, kesehatan bukan hanya tentang bebas dari penyakit atau tidak sehat. Oleh karena itu, menurut WHO, pembatasan yang sehat meliputi pembatasan fisik, mental, dan sosial. Di sisi lain, pembatasan kesehatan menurut Undang-Undang Kesehatan meliputi pembatasan fisik (tubuh), mental (emosional), sosial serta ekonomi.

Fisik di sini berarti tidak sakit, tidak sakit secara klinis, dan semua organ dalam tubuh masih normal serta berfungsi normal tanpa mengganggu fungsi fisik. Kewarasan (mental) mencakup kewaspadaan yang tercermin dalam pola pikir seseorang, kemampuan berpikir logis (rasional) atau koheren. Kesadaran spiritual tercermin dalam cara kita mengungkapkan rasa syukur, pujian, atau penyembahan kepada Tuhan dan semua hal tentang alam ini. Itu ditemukan dalam praktik dan keyakinan agama, perbuatan baik yang dapat diterima secara sosial dan kesehatan emosional, dan tercermin dalam kemampuan untuk mengekspresikan emosi dan mengendalikan diri.

Kesehatan sosial mengacu pada membangun hubungan yang baik atau berinteraksi dengan orang dan kelompok lain, tanpa memandang ras, suku, kepercayaan, status sosial, ekonomi atau politik. Wajar secara ekonomi, yaitu dapat dipekerjakan atau layak secara ekonomi. Untuk anak-anak dan remaja atau orang yang tidak bekerja, soliditas ekonomi adalah kemampuan untuk aktif secara sosial.

Istilah sakit (*illness*) dan penyakit (*disease*) memiliki arti yang berbeda, tetapi sering digunakan secara bergantian dalam penggunaan sehari-hari. Sakit adalah istilah medis yang digambarkan sebagai gangguan fungsi fisik yang mengarah pada kinerja yang buruk. Penyakit terjadi ketika tubuh tidak seimbang (*homeostasis*). Penyakit terjadi ketika seseorang tidak lagi dalam kesehatan normal. Biasanya berkaitan dengan sistem kekebalan yang melemah. Sistem imun tubuh merupakan sistem pertahanan tubuh yang dapat melawan berbagai macam penyakit. Pola makan yang sehat dapat memberikan nutrisi yang cukup bagi sistem kekebalan tubuh untuk melawan penyakit (Syafiq dan dkk., 2007).

1.3 Bahan Makanan dan Zat Gizi

Nutrisi adalah blok bangunan dasar makanan. Ada lima zat gizi yang diketahui, yaitu: karbohidrat, protein, lipid, vitamin dan mineral. Ada sekelompok ahli diet yang memasukkan air dan oksigen sebagai nutrisi karena digunakan dalam metabolisme tubuh, tetapi pendapat ini tidak diterima oleh semua ahli gizi. Namun, sebagian kelompok tidak setuju dengan alasan bahwa tidak masuk akal untuk memasukkan air dan oksigen ke dalam kelompok nutrisi karena air dan oksigen mudah diperoleh serta merupakan zat tunggal. Sedangkan, zat gizi lain adalah kelompok pengikat yang berbeda, tetapi dari sudut pandang ilmu gizi, mereka memiliki fungsi yang sama (Syafiq *et al.*, 2007).

Bahan makanan juga biasa disebut sebagai bahan pangan atau dalam perdagangan dikenal dengan istilah komoditas. Dalam komposisi masakan Indonesia, bahan yang berbeda dapat dibagi menjadi empat kelompok:

1. bahan makanan pokok; terdiri dari beras, jagung, gandum, mie, pasta, roti, dikenal sebagai unsur karbohidrat



2. bahan makanan lauk-pauk; terdiri dari tahu, tempe, telur, daging ayam, sapi, kambing, ikan-ikan tawar, ikan laut, seafood dikenal sebagai unsur protein



3. bahan makanan sayur; terdiri dari kangkung, bayam, wortel, buncis, dan sayuran hijau lainnya dikenal dengan unsur vitamin mineral.



4. bahan makanan buah; terdiri dari jeruk, mangga, semangka, apel, dan lain sebagainya, dikenal sebagai unsur vitamin dan mineral.



1.4 Empat Sehat Lima Sempurna

Pedoman diet pertama USDA diterbitkan oleh Dr. 1894. Wilbur Olin Atwater sebagai buletin untuk petani. Dalam publikasi tahun 1904 Atwater, *The Principles of Nutrition and the Nutritional Value of Food*, ia menganjurkan keragaman, proporsi, dan moderasi. Mengukur kalori. Nutrisi yang efisien dan terjangkau dengan pengurangan lemak, gula dan pati, dengan fokus pada makanan bergizi. Informasi ini mendahului penemuan vitamin individu yang dimulai pada tahun 1910 (King *et al.*, 1978).

Sebuah panduan baru pada tahun 1916, Makanan untuk balita disusun oleh ahli gizi Caroline Hunt, dengan mengklasifikasikan makanan ke dalam susu dan daging. Biji-bijian; Sayuran dan buah-buahan; Makanan berlemak dan berminyak; Gula dan makanan manis. *Food Choices* pada tahun 1917 mempromosikan lima kelompok makanan ini di antara orang dewasa, dan pedoman tersebut berlaku hingga tahun 1920-an (Hunt, Rayner, dan Gatenby, 1994). Pada tahun 1933, USDA memperkenalkan paket makan di empat tingkat biaya yang berbeda. Pada tahun 1941, suplemen makanan pertama yang direkomendasikan dibuat dengan mencantumkan asupan kalori, protein, zat besi, kalsium, dan vitamin A, B1, B2, B3, C, dan D yang spesifik. Pada tahun 1943, selama Perang Dunia II, USDA memperkenalkan pedoman diet untuk mempromosikan kelompok makanan "Basic 7" untuk memenuhi standar nutrisi masa perang. Ketujuh grup terdiri dari: 1) Sayuran hijau dan kuning (ada yang mentah, ada yang dimasak, beku, kalengan); 2) Jeruk, tomat, jeruk bali

(atau kubis mentah atau daun selada); 3) Kentang dan sayuran serta buah-buahan lainnya (mentah, kering, dimasak, beku atau kalengan); 4) Susu dan produk susu (cair, susu kental, susu bubuk atau keju); 5) Unggas, ikan, atau telur (atau kacang polong kering, kacang polong, kacang-kacangan, atau selai kacang); 6) Roti, tepung, sereal (alami); 7) Mentega dan margarin yang diperkaya (dengan tambahan vitamin A), seperti gambar dibawah ini:



Dari tahun 1956 hingga 1992, Departemen Pertanian Amerika Serikat merekomendasikan kelompok makanan "Basic Four". Kelompok makanan tersebut antara lain; 1) susu; 2) daging; 3) buah dan sayur-sayuran dan 4) roti dan sereal.

Awal tahun 1950-an menjadi tonggak penting bagi pengetahuan gizi Indonesia. Selama periode ini, propaganda mulai melengkapi kebutuhan makanannya dengan mengonsumsi susu. Konsep ini sebenarnya berasal dari rekomendasi USDA *Basic Four*. Untuk menyebarkan konsep ini secara nasional, Soedarmo menulis sebuah buku berjudul *Dapur Indonesia Djaman Baru* yang diterbitkan pada tahun 1951, berisi tentang istilah 4 sehat 5 sempurna. Sejak itu Empat Sehat Lima Sempurna adalah kampanye yang dijalankan oleh pemerintah sejak tahun 1955 untuk membantu masyarakat memahami nutrisi yang tepat. Dalam konsep 4 sehat 5 sempurna, makanan dibagi menjadi 5 bagian, makanan pokok, lauk pauk, sayuran, buah-buahan, dan disempurnakan dengan susu. Konsep ini menekankan pentingnya

empat kelompok makanan. Untuk protein pembangun, sumber energi untuk sumber kalori, sayuran dan buah-buahan adalah sumber vitamin dan mineral untuk pemeliharaan.

Empat Sehat Lima Sempurna masih dianggap sebagai pedoman gizi yang baik, tetapi dikatakan menyesatkan masyarakat dan perlu direvisi. Susu sebagai suplemen dianggap sebagai konsumsi yang tidak esensial. Faktor manusia juga perlu diperhatikan menjadi hal yang perlu diperhatikan. Faktor manusia yang kurang bergerak aktif saat ini (sedentary lifestyle) dan pada saat yang sama meningkatnya konsumsi lemak pada makanan cepat saji dan junk food, sehingga diperlukan asupan serat dari sayuran yang seimbang. Selain itu, empat sehat lima sempurna dianggap dikonsumsi secara bersamaan, tidak bergantian dengan waktu makan yang berbeda (Rah *et al.*, 2021).

1.5 Konsep Gizi Seimbang

Konsep 4 sehat 5 sempurna sepertinya sudah tidak relevan lagi karena masyarakat Indonesia sedang menghadapi masalah kegemukan/obesitas sehingga diperkenalkan konsep baru yaitu Pedoman Gizi Seimbang, dimana setiap orang harus memperhatikan sendiri kebutuhan nutrisi berdasarkan aktivitas dan kebutuhan harian sesuai usianya.

Berikut adalah beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam Pedoman Gizi Seimbang: 1) Ada berbagai variasi makanan. 2) Pentingnya pola hidup bersih dan sehat. 3) Pentingnya aktivitas fisik dan olahraga. 4) Pemantauan berat badan ideal. Jika dikelompokkan, sumber makanan untuk Pedoman Gizi Seimbang dapat dibagi menjadi tiga. 1) Sumber tenaga/energi: beras, umbi-umbian, tepung terigu, sagu, jagung, dll. 2) Sumber zat pengatur: sayuran dan buah-buahan. 3) Sumber zat pembangun: ikan, ayam, telur, daging, susu, kacang-kacangan, dan hasil olahannya (tempe, tahu, oncom, susu kedelai, dll) (Truman, 2018).

The Balanced Dietary Guidelines (PUGS) adalah pola makan sehari-hari yang disajikan dalam bentuk piramida, mengandung jenis dan jumlah nutrisi yang memenuhi kebutuhan tubuh. Berbeda dengan konsep empat sehat lima sempurna yang menggeneralisasikan kebutuhan gizi semua orang, PUGS memiliki kelompok umur, jenis kelamin, kesehatan, dan olahraga yang berbeda, tergantung kondisi

masing-masing kelompok meningkat. 13 Pedoman Umum Diet Seimbang (PUGS), yang secara rinci berisi sebagai berikut:

1. Makanlah berbagai ragam makanan.
2. Makan makanan untuk memenuhi kebutuhan energi.
3. Makanlah makanan yang merupakan sumber karbohidrat setengah dari kebutuhan energi.
4. Pilih makanan yang rendah lemak dan rendah lemak jenuh.
5. Gunakan garam beryodium.
6. Makan makanan yang kaya zat besi.
7. Berikan ASI saja (ASI eksklusif) kepada bayi sampai umur 6 bulan kemudian tambahkan makanan pendamping.
8. Biasakan sarapan pagi.
9. Minumlah air bersih dan aman yang cukup jumlahnya.
10. Lakukan aktifitas fisik dan olahraga secara teratur.
11. Hindari minum minuman beralkohol.
12. Makan makanan yang aman bagi kesehatan.
13. Bacalah label makanan pada makanan kemasan.

Pada tahun 2014 (9 tahun kemudian), 13 pesan tersebut direvisi kembali menjadi 10 pesan gizi seimbang yang disahkan melalui peraturan Menteri Kesehatan (PMK) No. 41 tahun 2014. Bunyi 10 pesan gizi seimbang (PGS) berisi tentang (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2014) :

1. Bersyukur dan menikmati aneka ragam makanan
2. Konsumsi banyak sayur dan cukup buah
3. Membiasakan mengonsumsi lauk pauk tinggi protein
4. Membiasakan makan berbagai ragam makanan pokok
5. Batasi makan makanan manis, asin, dan berlemak
6. Biasakan sarapan pagi
7. Membiasakan minum air putih yang cukup dan aman
8. Biasakan membaca label kemasan makanan
9. Mencuci tangan pakai sabun dengan air mengalir
10. Melakukan aktivitas fisik yang cukup dan mempertahankan berat badan ideal



Gambar 1.1 : Sejarah pesan gizi seimbang

Terdapat dua panduan pangan (*food guide*) Gizi Seimbang, yaitu Tumpeng Gizi Seimbang dan Piring Makanku untuk Sajian Sekali Makan. Berikut penjelasan tentang keduanya:

1. Tumpeng Gizi Seimbang (TGS)

Tumpeng Gizi Seimbang (TGS) terdiri dari empat lapisan berurutan dari bawah ke atas, yang semakin mengecil seiring dengan bertambahnya ketinggian. Layer 4 berarti diet seimbang yang mengikuti prinsip empat pilar: diet yang berbeda, aktivitas fisik, kebersihan pribadi, dan pengendalian berat badan untuk mempertahankan berat badan normal. Untuk setiap kelompok makanan, jumlah porsi yang direkomendasikan untuk setiap kelompok makanan dicantumkan. Hal ini dapat dilihat pada gambar selanjutnya.



Gambar 1.2: Tumpeng gizi seimbang (Kementerian Kesehatan, 2014)

2. Piring Makanku

Piring makanku adalah media untuk menyajikan porsi makan yang berisi informasi tentang proporsi setiap bahan dengan nilai gizi yang dibutuhkan. Piring makanku adalah bagian penting yang berfungsi sebagai panduan nutrisi seimbang. Panduan diet nasional resmi pertama untuk piring makan diadopsi di Inggris Raya pada tahun 1995 (Truman, 2018).



Gambar 1.3 : Piring makanku (Kementerian Kesehatan, 2014)

Piring makanku menguraikan rekomendasi makan sehat, di mana 50% dari total kandungan makanan setiap diet adalah sayuran dan buah-buahan, dan 50% sisanya adalah makanan pokok dan suplemen. Piring makanku juga merekomendasikan makan lebih banyak sayuran daripada buah-buahan dan lebih banyak makanan pokok daripada lauk pauk. Piring makanku juga merekomendasikan minum air putih sebelum, dan setelah setiap makan. Sanitasi juga sangat penting, jadi disarankan untuk mencuci tangan sebelum dan sesudah makan. Piring makanku adalah panduan untuk semua diet dalam sajian setiap makan. Keduanya divisualisasikan dengan gambar Tumpeng Gizi Seimbang.

Masalah gizi kekurangan dan kelebihan dapat dicegah dengan pelaksanaan Pedoman Umum Gizi Seimbang. PUGS menguraikan informasi yang lebih spesifik sebagai pedoman asupan, seperti makanan apa yang harus dimakan (jenis atau kelompok makanan yang

direkomendasikan), berapa banyak yang harus dimakan (porsi panduan makanan) dan bagaimana mengukur berapa banyak yang harus dimakan (ukuran porsi yang disarankan) (Truman, 2018). Dengan kelebihan ini, PUGS dipercaya dapat memenuhi kecukupan asupan gizi.

Tantangan yang saat ini dihadapi yaitu perlunya ada kegiatan intensif terhadap sosialisasi PUGS. PUGS telah dipopulerkan oleh pemerintah melalui PMK No. 41 dari tahun 2014 hingga 2014. Popularitas PUGS masih kalah dibandingkan dengan slogan 4 sehat 5 sempurna, yang masih diingat masyarakat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan umum tentang PUGS masih rendah. Hingga 61,81% remaja putri memiliki sedikit pengetahuan tentang PUGS dan dipengaruhi oleh ketidakmampuannya memilih jenis makanan yang menjadi sumber zat besi untuk mengatasi anemia (Mayang Sari dan Rafiony, 2020). Pergeseran paradigma dan pembentukan perilaku konsumen akhir oleh PUGS sangat dipengaruhi oleh sosialisasi, pendidikan, pelatihan, pemberian konseling, pelaksanaan penyuluhan, kegiatan penyuluhan, demonstrasi, dan praktik gizi seimbang. Keberhasilan kegiatan tersebut sangat ditentukan oleh peran pemerintah dan keterlibatan aktif masyarakat baik di tingkat pusat dan daerah bahkan sampai ke pelosok desa (Koesbardiati *et al.*, 2014).

DAFTAR PUSTAKA

- Bajry, H.A. 2010. *Tubuh anda adalah dokter yang terbaik*. Bandung: MQS Publishing.
- Hunt, P., Rayner, M. and Gatenby, S. 1994. 'Pyramid or Plate?', *Nutrition & Food Science*, 94(4), pp. 7–12. doi:10.1108/00346659310060124.
- Kementerian Kesehatan. 2014. *Peraturan Menteri Kesehatan tentang Upaya Kesehatan Anak*. Jakarta.
- King, J.C. *et al.* 1978. 'Evaluation and modification of the basic four food guide', *Journal of Nutrition Education*, 10(1), pp. 27–29. doi:10.1016/S0022-3182(78)80090-9.
- Koesbardiati, T. *et al.* 2014. 'Membangun Pedoman Gizi Seimbang (PGS) pada Anak Gizi Buruk di Perkotaan melalui Pendekatan Bio-sosio-kultural', (1), pp. 212–229.
- Mayang Sari, E. and Rafiony, A. 2020. 'Pengetahuan tentang pedoman gizi seimbang dan pola makan siswa SMAN 1 Pontianak', *Pontianak Nutrition Journal (PNJ)*, 3(1), p. 1. doi:10.30602/pnj.v3i1.623.
- Rah, J.H. *et al.* 2021. 'The Triple Burden of Malnutrition Among Adolescents in Indonesia', *Food and Nutrition Bulletin*, 42(1_suppl), pp. S4–S8. doi:10.1177/03795721211007114.
- Syafiq, A. and dkk. 2007. *Gizi dan kesehatan masyarakat*. Jakarta: Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat FKM Universitas Indonesia.
- Truman, E. 2018. 'Exploring the visual appeal of food guide graphics', *British Food Journal*, 120(8), pp. 1682–1695. doi:10.1108/BFJ-02-2018-0112.

BAB 2

ZAT GIZI DAN KARBOHIDRAT

Oleh Ilham Kamaruddin

2.1 Pengertian Zat Gizi

Kesehatan akan selalu terjaga apabila seseorang senantiasa memperhatikan zat gizi pada makanannya. Hal ini karena setiap hari kita membutuhkan makanan yang notabene bersumber dari zat gizi. Ketika kita lapar, maka saat itu kita pasti butuh makan untuk mengatasi rasa lapar itu. Olehnya itu, setiap orang pasti memahami pentingnya fungsi makanan bagi tubuh, tetapi sangat jarang yang memahami zat gizi apasaja pada makanan beserta fungsinya bagi tubuh. Tubuh akan tetap berenergi ketika kebutuhan gizi dapat tercukupi (Kamaruddin, Ihsan, and Erdiansyah 2022). Karena peranannya yang penting untuk kesehatan, maka gizi biasanya dipahami secara sederhana sebagai tercukupinya unsur 4 sehat 5 sempurna pada makanan atau disebut keseimbangan gizi (Irianto 2005).

Gizi disebut sebagai ilmu mengenai hubungan kesehatan dan makanan yang dikonsumsi. Setiap orang diharuskan mampu memenuhi kebutuhan gizi agar kesehatan bisa tetap terjaga dan bisa beraktivitas sehari-hari. Tepatnya gizi diartikan sebagai konsumsi makanan serta minuman yang cukup untuk memberikan energi atau tenaga seperti lemak dan karbohidrat. Tercukupinya kebutuhan protein untuk pembentukan, pertahanan serta perbaikan jaringan tubuh, begitu juga dengan kebutuhan vitamin untuk menjaga metabolisme.

Manusia bisa menjaga kesehatan dengan memperhatikan zat gizi dari setiap makanan yang dikonsumsi. Karena terdapat kandungan berbeda diantara setiap makanan. Seperti perbedaan persentase kandungan maupun jenis gizinya, sehingga manusia tidak bisa mengkonsumsi satu jenis makanan saja untuk mendapatkan gizi seimbang, namun makanannya harus beragam agar kebutuhan gizi bisa tercukupi. Dari metabolisme yang terjadi dengan proses kompleks maka dihasilkan energi yang dapat digunakan untuk berbagai aktivitas. Karbohidrat serta lemak berperan penting dalam hal ini (Sunita 2009).

Terdapat pula zat gizi yang berperan sebagai pembentuk atau pembangun sel yang ada di tubuh manusia sehingga harus dipenuhi kebutuhannya. Kurangnya konsumsi zat gizi jenis ini bisa menyebabkan terhambatnya pertumbuhan serta perkembangan seorang manusia. Fungsi lain zat gizi juga sebagai pengganti berbagai sel tubuh yang mengalami kerusakan, dimana protein berperan penting dalam hal ini.

Metabolisme yang terjadi pada tubuh membutuhkan pengaturan untuk bisa mencapai keseimbangan, maka zat gizi berperan dalam pengaturan ini. Maka manusia harus mencukupi keperluan zat gizinya agar metabolisme bisa berlangsung dengan optimal. Vitamin serta mineral berperan penting dalam proses tersebut, sehingga sudah seharusnya manusia memperhatikan keseimbangan gizi untuk kebutuhan tubuhnya.

2.2 Pengelompokan Zat Gizi

Apabila dikaji dari fungsi serta kuantitas yang diperlukan, maka zat gizi terbagi dalam bentuk “Triguna Makanan” dengan pembagian berikut ini:

1. **Sumber zat tenaga**, sebagai penunjang kegiatan manusia, bisa diperoleh dari padi-padian, tepung, umbi, jagung, dan makanan lain yang mengandung karbohidrat.
2. **Sumber zat pengatur**, agar semua organ tubuh berfungsi maksimal maka harus dipenuhi kebutuhan vitamin serta mineral yang bisa diperoleh dari buah dan sayur.
3. **Sumber zat pembangun**, bisa didapatkan dari sumber nabati maupun hewani. Contoh makanan nabati ialah tempe, tahu, serta berbagai jenis kacang. Untuk zat pembangun dari hewani adalah seperti ikan, telur, daging, maupun hasil pengolahannya. Sehingga sangat penting untuk dikonsumsi agar kecerdasan semakin optimal (Alistina *et al.* 2021).

Apabila dianalisis dari jumlah kebutuhannya, Purnamasari *et al.* (2022) membagi zat gizi menjadi dua kategori, antara lain:

1. **Zat Gizi Makro** merupakan sumber energi utama yang diperlukan tubuh saat mengonsumsi makanan. Arti makro adalah besar, maka dapat dikatakan manusia memerlukan zat

gizi ini dalam jumlah besar agar organ tubuh dapat berfungsi maksimal. Selain itu zat gizi makro merupakan penghasil kalori yang bisa didapatkan dari berbagai makanan seperti sumber protein, karbohidrat, bahkan lemak. Zat gizi makro yang dibutuhkan berjumlah besar dengan satuan gram (g).

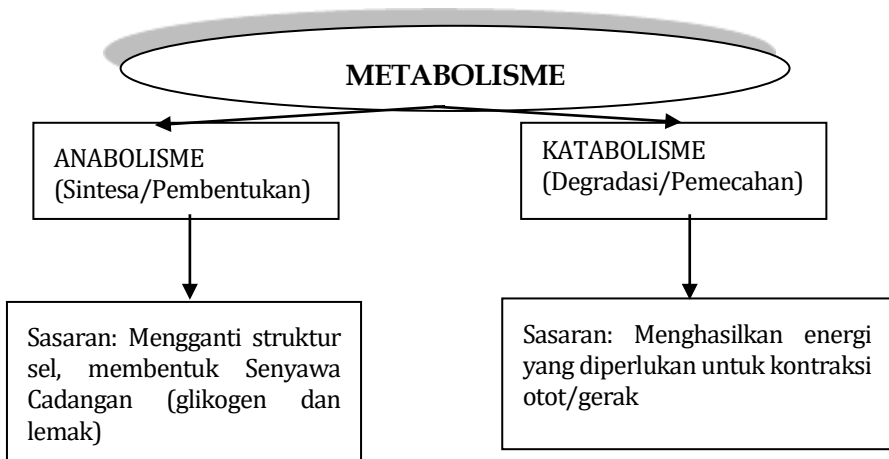
2. **Zat Gizi Mikro** merupakan unsur yang diperlukan untuk memaksimalkan fungsi gizi makro. Namun tubuh hanya memerlukan zat gizi mikro dalam jumlah sedikit, namun harus tetap ada pada makanan. Contohnya adalah mineral serta vitamin yang dibutuhkan dalam satuan mg (miligram). Tidak memadainya jumlah mineral serta vitamin dalam tubuh disebut sebagai gizi Mikro, umumnya dialami anak-anak yang kekurangan gizi seimbang. Kasus Gizi Mikro umumnya berkaitan dengan zat besi yang kurang dalam tubuh sehingga menyebabkan anemia. Cirinya adalah anak susah berkonsentrasi dan kurang bertenaga. Gizi Mikro lainnya yang sering terjadi adalah kurangnya vitamin A sehingga membuat penglihatan anak terganggu. Bila hal ini dibiarkan anak akan mengalami perubahan pada lensa mata dengan ditandai dengan adanya rabun ayam atau rabun senja. Tubuh hanya memerlukan sedikit takaran zat gizi mikro namun berdampak baik untuk perkembangan otak, imun, mata, tulang dan syaraf. Contohnya adalah seperti zat besi, asam folat, yodium dan berbagai vitamin.

2.3 Metabolisme Zat Gizi

Menurut Guyton dalam (Asyhari 2021) mendefenisikan metabolisme ialah prosedur kimiawi pada setiap sel agar bisa berkembang. Diartikan juga sebagai keseluruhan proses secara kimia pada tubuh seseorang. Metabolisme akan berlangsung setelah masuknya makanan ke tubuh manusia untuk menciptakan energi yang dibutuhkan dalam bekerja, dihasilkan pula beberapa energi cadangan dalam bentuk lemak, ATP, glikogen dan PC. Setelah terjadi metabolisme dihasilkan buangan seperti karbondioksida yang keluar saat pernafasan, kemudian asam laktat serta urea dibuang dalam bentuk urine. Terdapat dua jenis metabolisme yakni:

1. Anabolisme (sintesa atau proses pembentukan)
2. Katabolisme

Dua proses tersebut terjadi bersamaan. Katabolisme akan meningkat ketika seseorang melakukan suatu pekerjaan karena memerlukan energi, namun ketika manusia beristirahat maka katabolisme bisa meningkat agar menghasilkan energi dan untuk bernafasan. **Contoh Anabolisme:** terbentuknya energi cadangan seperti lemak ataupun glikogen, namun ketika glukosa maupun glikogen dipecah menjadi ATP untuk membentuk energi maka terjadilah katabolisme. Konsumsi semua makanan berguna menciptakan energi agar otot bekerja maksimal kemudian terbentuk ATP. Glikolisis disebut sebagai pemecahan karbohidrat menjadi bentuk ATP, sedangkan proses D-Animasi merupakan pemrosesan protein sedangkan beta oksida adalah pemrosesan lemak. Sifat dari ATP adalah senyawa kimiawi labil dan bisa ditemukan pada sel sitoplasma sebesar 29% sedangkan pada mitokondria sebesar 80%. Otot bisa menyimpan ATP sekitar 4-6 M/Kg otot, dapat menciptakan energi sekitar 7-12 kalori untuk setiap 1 mole ATP, digunakan sebagai maksimalisasi kerja otot, pembentukan jaringan, dan lainnya.



Gambar 2.1 : Proses Metabolisme

2.4 Karbohidrat

Sebagai sumber energi inti yang diperlukan manusia, karbohidrat ialah salah satu zat gizi yang terbentuk dari gabungan hidrogen, oksigen serta karbon (Devi 2010). Ketika merasa lapar maka karbohidrat sedang dibutuhkan oleh tubuh untuk menghasilkan energi yang digunakan ketika bekerja (Festy 2018). Manusia bisa memperoleh karbohidrat dengan mengkonsumsi berbagai jenis kacang, umbi dan padi-padian. Dari makanan olahan seperti roti, bihun, atau mie juga terkandung banyak karbohidrat. Apabila asupan karbohidrat sangat minim ke dalam tubuh, bisa menyebabkan malnutrisi. Namun seseorang bisa mengalami obesitas apabila kelebihan karbohidrat. Secara garis besar karbohidrat terbagi menjadi Kekurangan karbohidrat dalam jangka panjang dapat menyebabkan monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida (Yunianto *et al.* 2021).

1. Monosakarida merupakan kategori karbohidrat yang tidak bisa dihidrolisis lagi karena bentuknya adalah yang paling sederhana. Jenis karbohidrat ini bisa larut di air dengan rasanya yang manis sehingga dinamakan gula. Beberapa jenis monosakarida ini antara lain:
 - a. Glukosa. Jenis karbohidrat ini banyak terdapat pada makanan yang berair seperti buah-buahan, sirup, jagung manis dan madu. Glukosa adalah bentuk karbohidrat yang paling sederhana sehingga bisa langsung dioksidasi menjadi energi.
 - b. Fruktosa. Biasa disebut dengan gula buah atau levulose. Banyak terdapat pada madu dan buah-buahan seperti anggur, rambutan, manggis, mahkota bunga dan hidrolisa gula tebu.
 - c. Galaktosa. Adalah gula yang tidak dijumpai pada alam bebas, tetapi dapat ditemui dari hasil hidrolisis disakarida laktosa (gula dalam susu). Laktosa tersusun atas glukosa dan galaktosa.
2. Diskarida adalah produk kondensasi dua unit monosakarida, ditemukan jenis laktosa, maltosa serta sukrosa pada berbagai makanan. Gula mengandung sukrosa. Sedangkan penggabungan dua gugus dari glukosa menghasilkan maltosa

yang terjadi pada tubuh manusia ketika amilum dipecahkan, sehingga menghasilkan rasa nikmat serta semakin mudah dicerna. Jika di campur yodium menyebabkan warnanya berubah biru. Sedangkan yang terakhir adalah laktosa, memiliki dua unsur monosakarida terbentuk dari penggabungan satu unsur galaktosa dan satu unsur glukosa. Sifat laktosa adalah sukar larut dalam air

3. Polisakarida ialah karbohidrat dengan komponen kompleks, serta memiliki rasa tawar. Merupakan produk kondensasi lebih dari sepuluh unit monosakarida. Secara umum ada tiga jenis polisakarida yaitu amilum, dekstrin, glikogen dan selulosa.

Menurut Sunita (2009) diantara kegunaan karbohidrat adalah:

1. Karena sebagai penghasil kalori maka karbohidrat berfungsi menjadi sumber energi bagi manusia.
2. Menambah rasa manis terutama jenis monosakarida serta disakarida yang terkandung dalam makanan.
3. Menghemat protein, apabila kebutuhan karbohidrat seseorang tidak cukup, protein bisa mencukupi berbagai keperluan energi selain menjadi zat pembangun dalam tubuh.
4. Mengatur metabolisme lemak karena karbohidrat sebagai pencegah oksidasi tidak sempurna, menyebabkan terbentuknya beberapa unsur keton seperti asam beta hidro butirat, aseton, hingga asetoasetat. Pembentukannya terjadi di hati sedangkan pengeluarannya dalam bentuk urine, terjadi melalui pengikatan basa berbentuk ion natrium. Akan tetapi bisa mengakibatkan dehidrasi serta natrium yang tidak seimbang di tubuh.
5. Membentuk feses dengan cara membantu gerak peristaltic pada usus sehingga mudah dikeluarkan melalui anus.

Sedangkan (Devi 2010) menyatakan beberapa manfaat karbohidrat untuk tubuh seseorang, diantaranya:

1. Menjadi sumber tenaga untuk aktivitas otot karena akan dihasilkan 4 kalori untuk setiap gram karbohidrat.

2. Membentuk energi cadangan. Karbohidrat yang berlebih pada tubuh seseorang akan dibentuk menjadi lemak sebagai energi cadangan ketika diperlukan.
3. Menyebabkan rasa kenyang sehingga karbohidrat menjadi pilihan utama ketika seseorang lapar, sebab mengandung selulosa.

2.3 Pencernaan Dan Penyerapan Karbohidrat

Pencernaan disebut sebagai proses pada tubuh dengan memecahkan berbagai unsur dalam makanan menjadi bentuk yang halus sehingga bisa diserap tubuh bagi bermacam keperluan (Wijayanti 2017). Berikut ini akan dijelaskan proses pencernaan serta penyerapan karbohidrat.

1. Mulut. Terjadi proses pemecahan makanan dengan cara mekanik oleh gigi. Kemudian terjadi proses pencernaan dengan bantuan enzim ptialin sehingga terbentuk maltosa dan disakarida secara kimiawi. Selanjutnya terbentuk glukosa dari pemecahan maltosa menggunakan bantuan enzim maltase untuk kemudian memasuki lambung
2. Lambung. Akan terjadi pelembutan makanan dengan cara mekanik oleh lambung, untuk diteruskan menuju usus halus pada proses berikutnya.
3. Usus halus. Makanan akan menjadi semakin halus akibat gerak peristaltik pada usus halus. Terjadi juga proses kimiawi oleh enzim amilase sehingga terbentuk glukosa, galaktosa serta proktosa dari penguraian karbohidrat, terbentuk juga galaktosa serta fruktosa dengan bantuan enzim sukrosa, sedangkan glukosa dibentuk oleh enzim maltase, galaktosa dengan glukosa dibentuk karena penguraian laktosa oleh enzim lactase. Usus halus akan menyerap seluruh karbohidrat yang sudah berbentuk glukosa (monosakarida) dan sisanya memasuki usus besar manusia (Irianto 2005).

Secara sederhana berikut ini diuraikan proses pencernaan, penyerapan (absorpsi) dan pengeluaran (ekskresi) karbohidrat

Proses pencernaan karbohidrat:

Makanan + enzim amilase → menghidrolisis pati / amilum → diakarida maltosa → ke lambung → amilase ludah dicerna oleh asam klorida dan enzim pencerna protein → enzim amilase yang dikeluarkan pancreas mencernakan pati menjadi dekstrin dan maltosa → penyelesaian pencernaan karbohidrat → oleh enzim-enzim disakaridase → dikeluarkan sel-sel mukosa usus halus, berupa maltase, sukrase dan lactase (Wasak 2020)

Absorpsi karbohidrat :

Monosakarida (glukosa, fruktosa, dan galaktosa) → diabsorpsi → melalui sel epitel usus halus. Bila konsentrasi monosakarida cukup tinggi : absorpsi secara pasif . Bila konsentrasi turun : absorpsi secara aktif. Glukosa dan galaktosa lebih cepat diabsorpsi daripada fruktosa. Monosakarida melalui vena porta dibawa ke hati di mana fruktosa dan galaktosa diubah menjadi glukosa. Jadi semua disakarida pada akhirnya diubah menjadi glukosa.

Ekskresi karbohidrat

Sesudah makan dan diproses pencernaan selama 1 hingga 4 jam, berbagai serat yang tidak bisa dicerna akan menuju usus halus kemudian berbagai mikroorganisme melakukan fermentasi pada sisa makanan. Produk utama fermentasi karbohidrat di dalam usus besar adalah karbondioksida, hidrogen, metan dan asam-asam lemak rantai pendek yang mudah menguap. Pada kadar rendah, sebagian besar gas-gas hasil fermentasi akan dikeluarkan melalui paru-paru, tetapi bila melampaui kemampuan kolon untuk mengabsorpsi, gas akan dikeluarkan melalui anus (flatas).

2.4 Proporsi Kebutuhan Zat Gizi dan Karbohidrat

Kebutuhan setiap manusia akan zat gizi tidaklah sama, dipengaruhi oleh berbagai kondisi seperti usia, kondisi fisik, jenis kelamin, berat badan maupun keadaan lain seperti sakit, sedang hamil ataupun menyusui. Atlet membutuhkan asupan makanan lebih tinggi dibandingkan orang lain secara umum, begitu juga anak yang sedang proses pertumbuhan membutuhkan asupan protein lebih tinggi. Secara umum proporsi yang seimbang dibutuhkan karbohidrat sekitar 60-

65%, sedangkan lemak 20%, serta protein diperlukan 15-20% dari keseluruhan energi yang dibutuhkan. Seseorang harus mengonsumsi karbohidrat sebanyak 1800-1950 kalori, lemak 600 kalori dan protein 450-600 kalori apabila membutuhkan 3000 kalori per harinya.

Sedangkan untuk proporsi kebutuhan karbohidrat adalah orang dewasa dengan aktivitas sedang memerlukan karbohidrat rata-rata 8-12 gram/KgBB/hari, sedangkan kebutuhan minimal seseorang adalah 50-100 gr/hari untuk mencegah ketosis. Ketosis adalah meningkatnya kadar keton atau sisa dari produk hati yang tidak dapat dioksidasi dalam darah sehingga mengakibatkan pembakaran lemak berlebih, gejala ketosis antara lain produksi urine meningkat, depresi, mual, lelah dan pening (Joko Pekik Irianto:2010)

DAFTAR PUSTAKA

- Alristina, Arie Dwi, S. KM, Rossa Kurnia Ethasari, S. Gz, M. Gz, Rizky Dzariyani Laili, Dewinta Hayudanti, and S. Gz. 2021. *Ilmu Gizi Dasar Buku Pembelajaran*. Penerbit CV. SARNU UNTUNG.
- Asyhari, Hasbi. 2021. *Gizi Olahraga*. Penerbit NEM.
- Devi, Nirmala. 2010. *Nutrition and Food: Gizi Untuk Keluarga*. Penerbit Buku Kompas.
- Festy, Pipit. 2018. *Buku Ajar Gizi Dan Diet*. Surabaya: UM Surabaya Publishing.
- Irianto, Djoko Pekik. 2005. "Gizi Olahraga." *Yogyakarta: FIK UNY*.
- Kamaruddin, Ilham, Andi Ihsan, and Erdiansyah Erdiansyah. 2022. "STATUS GIZI TERHADAP HASIL BELAJAR PENJAS SISWA KELAS XII MIA SMAN 2 SOPPENG." *SPORTIVE: Journal Of Physical Education, Sport and Recreation* 6(1):32-40.
- Purnamasari, Ayu, S. ST, SKM Musni, Nurwilda Kaswi, STP Al Muzafri, Ns Andi Tenriola, Andi Tenri Ola Rivai, Ratnasari Dewi, Nur Fadhillah Khalid, and S. Ked. 2022. *Fisiologi Manusia Dan Zat Gizi*. Cendekia Publisher.
- Sunita, Almatsier. 2009. "Prinsip Dasar Ilmu Gizi." *Jakarta: Gramedia Pustaka Utama* 51-75.
- Wasak, M. Rambu P. 2020. *Ilmu Gizi Olahraga*. Vol. 218. Penerbit Lakeisha.
- Wijayanti, Novita. 2017. *Fisiologi Manusia Dan Metabolisme Zat Gizi*. Universitas Brawijaya Press.
- Yunianto, Andi Eka, Sanya Anda Lusiana, Nining Tyas Triatmaja, Suryana Suryana, Nurul Utami, Wilda Yunieswati, Windi Indah Fajar Ningsih, Rosmauli Jerimia Fitriani, Niken Bayu Argaheni, and Fatmalina Febry. 2021. *Ilmu Gizi Dasar*. Yayasan Kita Menulis.

BAB 3

PROTEIN

Oleh Urhuhe Dena Siburian

3.1 Pendahuluan

Kata protein dalam bahasa Yunani “*proteos*” mempunyai arti “yang pertama” atau “yang penting”, merupakan salah satu zat gizi makro yang sangat berhubungan dalam proses kehidupan karena itu protein sangat penting dan dibutuhkan tubuh manusia (Erna Francin, Yuyum Rumdasih, 2004). Kata protein diperkenalkan seorang ahli kimia dari Belanda yaitu Gerardus Mulder (1802-1880) mengatakan bahwa protein merupakan zat paling penting yang dibutuhkan setiap makhluk hidup oleh karena itu dikatakan sebagai „zat utama“ atau zat yang didahulukan“ (Almatsier, 2004)

Sekitar 1/5 berat badan tubuh kita terdiri dari protein, bagian terbesar setelah air, di mana semua bagian tubuh kita, mulai dari kuku sampai rambut, mengandung protein (Intan Agria, Ruri Narulita, 2011). Enzim-enzim yang terdapat dalam tubuh kita, semua hormon, darah dan pengangkut nutrisi, serta matriks seluler juga termasuk protein. Protein sebagai bagian dari setiap sel hidup adalah molekul yang kompleks, yang tersusun atas unit-unit pembangun yang disebut asam amino. Asam amino berperan sebagai prekursor untuk beberapa koenzim, hormon-hormon, berbagai asam nukleat dan molekul-molekul yang bersifat esensial dalam kehidupan manusia. Asam-asam amino terangkai menjadi protein dalam berbagai proposi dan bentuk yang menentukan jenis asam amino tersebut dan mempunyai fungsi masing-masing. (Dwijyanthi, 2011).

3.2 Susunan Kimia Protein

Molekul protein mengandung unsur-unsur yang terdiri dari karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O) seperti zat gizi makro lain yaitu karbohidrat dan lemak. Bedanya protein mengandung unsur nitrogen (N), terkadang juga mengandung unsur fosfor (F), belerang (S), besi (Fe) dan jodium (I) (Intan Agria, Ruri Narulita, 2011).

Protein tersusun oleh asam-asam amino, artinya setiap molekul protein disusun oleh banyak asam amino. Jika protein dihidrolisa total, maka akan didapatkan 20-24 jenis dari asam amino, tergantung bagaimana cara menghidrolisanya. Protein dapat dihidrolisis dengan 3 cara, yaitu dengan cara hidrolisis asam, hidrolisis alkalis dan hidrolisis enzimatik. (Erna Francin, Yuyum Rumdasih, 2004).

Umumnya struktur asam amino terdiri dari : 1) gugusan amino, 2) gugusan karboksil dan 3) gugusan sisa molekul (*moleculer rest*). Yang membedakan jenis-jenis asam amino adalah gugusan sisa molekul R. Pada satu molekul protein terdiri dari asam-asam amino yang terangkai dengan reaksi gugusan karboksil yang membentuk ikatan peptida. (Erna Francin, Yuyum Rumdasih, 2004).

Asam amino dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu asam amino yang esensial dan asam amino non esensial.

1) Asam Amino Esensial

Disebut juga asam amino yang utama, karena mutlak dibutuhkan tubuh sehingga harus selalu tersedia di dalam tubuh setiap hari. Asam amino ini tidak dapat disintesa oleh tubuh tetapi harus dikonsumsi dari luar tubuh yaitu dari makanan. Untuk kebutuhan orang dewasa ada delapan jenis asam amino esensial, yaitu *lisin, leusin, isoleusin, valin, treonin, fenilalanin, metionin dan triptofan*. Untuk kebutuhan anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan harus ada dua jenis lagi yang ditambahkan, yaitu *histidin* dan *arganin*. (Erna Francin, Yuyum Rumdasih, 2004).

2) Asam Amino Non Esensial

Disebut non esensial karena asam amino ini tidak harus didapatkan dari makanan, namun bisa disintesa di dalam tubuh manusia yaitu di hati, apabila nitrogen dan prekursor lainnya tersedia. Jenis asam amino ini yaitu asam glutamat, asam *aspartat, alanin, asparagin, sistein, glutamin, glisin, hidroksilisin, hidroksiprolin, prolin, serin* dan *tirosin*. (Dwijayanthi, 2011).

3.3 Jenis Protein

Protein dapat diklasifikasikan berdasarkan :

1) Berdasarkan sumber

- a. Protein hewani

Merupakan protein yang didapat dari hewan, misalnya ikan, daging, *seafood*, telur, susu dan hasil olahannya, dan sebagainya.

b. Protein nabati

Merupakan protein yang didapat dari tumbuh-tumbuhan, misalnya berbagai jenis kacang, beras, ketela dan sebagainya (Erna Francin, Yuyum Rumdasih, 2004).

2) Berdasarkan kandungan asam amino

a. Protein Sempurna,

Mengandung 8 asam amino utama yang sesuai dengan kebutuhan tubuh untuk membangun dan memelihara jaringan tubuh dengan sempurna. Perkembangan dan pemeliharaan tubuh yang baik akan terjamin apabila protein sempurna terpenuhi setiap hari. Protein jenis ini dapat diperoleh dari protein hewani.

b. Protein Setengah Sempurna

Hanya mengandung sebagian dari asam amino utama atau mengandung semua asam amino utama tetapi jumlahnya tidak sesuai dengan kebutuhan karena jumlahnya terlalu sedikit. Protein jenis ini mampu memelihara jaringan tubuh tetapi tidak cukup untuk membuat jaringan baru. Umumnya berasal dari protein nabati.

c. Protein Tidak Sempurna

Yaitu protein yang kurang atau tidak memiliki asam amino esensial. Protein jenis ini tidak mampu mencukupi pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh. misalnya zein pada jagung atau beberapa protein nabati. (Intan Agria, Ruri Narulita, 2011)

3) Berdasarkan bentuk

a. Protein bentuk serabut

Berbentuk batang yang kaku, terdiri dari jalinan rantai peptida yang berbentuk spiral. Mempunyai sifat tidak mudah larut, daya mekanis yang tinggi dan tidak dapat diproses oleh enzim pencernaan. Protein ini ada dalam pembentuk struktur tubuh, misalnya kolagen, elastin, keratin dan miosin.

- b. Protein bentuk globular
Berbentuk bola, ada dalam cairan di jaringan tubuh. Sifatnya dapat larut dalam larutan garam dan asam encer, mudah berubah di bawah pengaruh suhu, konsentrasi garam, serta mudah mengalami *denaturasi*. Protein ini misalnya adalah albumin, globulin, histon dan protamin.
- c. Protein Konjugasi
Yaitu protein jenis sederhana yang terangkai bersama bahan-bahan non asam amino membentuk gugus prostetik. Jenis protein ini misalnya nukleoprotein, lipoprotein, fosfo protein dan metalo protein (Almatsier, 2004)

3.4 Fungsi Protein

Protein sebagai zat gizi yang berperan penting dalam kehidupan mempunyai banyak fungsi, yaitu :

- 1) **Membangun dan pemeliharaan jaringan-jaringan tubuh.** Keadaan kesehatan tubuh mempengaruhi jumlah protein yang kita butuhkan dalam membangun dan memelihara jaringan tubuh. Misalnya orang sakit yang dalam masa pemulihan memerlukan protein yang lebih banyak daripada orang yang sehat. Demikian juga apabila tubuh dalam keadaan sakit, ibu yang sedang hamil dan ibu menyusui juga membutuhkan protein dalam jumlah besar.
- 2) **Mempercepat reaksi kimia.** Kombinasi dari beberapa molekul di dalam sel yang dinamakan substrat berfungsi untuk mempercepat proses reaksi kimia dalam tubuh. Beberapa proses metabolisme tubuh sangat bergantung pada fungsi enzim, terutama sistem pencernaan, untuk memproduksi energi, system pembekuan darah sampai terjadinya kontraksi pada otot. Beberapa enzim bisa bekerja sama dengan vitamin dan mineral.
- 3) **Alat komunikasi antar bagian tubuh.** Protein berfungsi sebagai pembentuk hormon yang membawa pesan kimia antar sel, antar jaringan, dan ke organ tubuh. Kelenjar endokrin berperan untuk memproduksi dan mengeluarkan hormon kemudian melalui aliran darah hormon diangkut ke seluruh jaringan dan organ tubuh. Hormon dibagi atas tiga kelompok

besar, yaitu protein atau peptida, steroid, dan turunan asam amino. Peptida membentuk sebagian besar hormon dalam tubuh. Misalnya organ pankreas menghasilkan hormon insulin untuk mengatur kadar gula dalam darah dan hormon pertumbuhan untuk pertumbuhan jaringan.

- 4) **Membentuk struktur tubuh.** Protein berperan membentuk struktur tubuh yang kokoh dengan membangun jaringan dan sel yang kuat. Protein yang membentuk struktur kerangka yang saling terkait adalah keratin, kolagen dan elastin. Keratin membentuk struktur kulit, kuku, gigi dan rambut. Kolagen merupakan komponen utama tendon, struktur tulang, tulang rawan, ligament dan kulit. Sedangkan elastin banyak terdapat pada rahim, paru-paru dan pembuluh darah.
- 5) **Meningkatkan imun tubuh.** Protein membentuk immunoglobulin atau antibodi yang berfungsi sebagai pertahanan tubuh untuk melawan masuknya kuman ke dalam tubuh, sehingga tubuh akan terlindungi dari invasi kuman atau benda asing yang dapat mengakibatkan penyakit. Misalnya fibrinogen dan thrombin membantu proses pembekuan darah. Menjaga kehilangan darah setelah terluka dan mempercepat penyembuhan luka.
- 6) **Mengangkut dan menyimpan nutrisi.** Protein berfungsi sebagai alat transport untuk mengikat dan mengangkut nutrisi menuju sel dan jaringan melalui aliran darah. Nutrisi tersebut berupa vitamin, mineral, kolesterol, gula darah dan oksigen. Misalnya haemoglobin mengikat dan mengantar oksigen ke jaringan tubuh yang membutuhkan, lipoprotein yang membantu mengangkut lemak dalam tubuh. Selain itu, protein juga berfungsi menyimpan zat gizi di dalam tubuh, misalnya protein ferratin menyimpan dan mengontrol kadar zat besi dalam tubuh, protein kasein merupakan protein utama dalam susu untuk mendukung pertumbuhan pada bayi.
- 7) **Mengatur kadar keseimbangan asam basa dalam tubuh.** Protein berperan dalam mengatur konsentrasi asam dan basa dalam darah dan cairan tubuh lainnya. Keseimbangan antara asam dan basa diukur dengan menggunakan skala pH. Nilai pH di organ tubuh bervariasi namun diperlukan pH yang stabil, karena akan sangat berbahaya jika terjadi perubahan pH,

bahkan dapat mengakibatkan kematian. Misalnya pH normal di asam lambung yaitu 2, sedangkan pada darah pH normal 7,4. Jika nilai tersebut berubah tentu akan menyebabkan gangguan pada organ tersebut. Haemoglobin sebagai penyusun sel darah merah mengikat sedikit asam dan membantu menjaga kadar pH normal darah (Aeni, 2021).

3.5 Sumber Protein

Protein bersumber dari hewan yang disebut protein hewani atau bersumber dari tumbuh-tumbuhan yaitu protein nabati.

1) Protein hewani

Bahan makanan yang berasal dari hewan merupakan sumber protein terbaik secara kualitas dan kuantitas. Susunan asam amino protein yang berasal dari hewan paling sesuai dengan kebutuhan manusia. Harganya relatif mahal. Untuk memenuhi kebutuhan protein secara kualitas, dianjurkan 2/3 protein bersumber dari hewan (Almatsier, 2004). Protein ini dapat kita peroleh dari :

- Daging, misalnya daging ayam, babi, sapi, kerbau, domba, kambing, ayam, rusa, kelinci dan daging olahan seperti bakso, sosis, dendeng, *nuget* dan sebagainya.
- Alat bagian dalam, seperti : hati, ginjal, jantung dan jeroan.
- Ikan laut maupun ikan tawar dan makanan laut lain, seperti : kerang, udang, cumi-cumi, kepiting mengandung protein yang mutunya hampir sama dengan daging, tetapi mengandung lemak lebih sedikit.
- Telur segar maupun telur asin sama saja dapat menggantikan ikan.
- Susu sapi atau susu kambing dan produk olahan, seperti : keju, yoghurt (Intan Agria, Ruri Narulita, 2011), (Erna Francin, Yuyum Rumdasih, 2004).

2) Protein Nabati

Protein nabati bersumber dari tumbuh-tumbuhan, mengandung asam amino tidak lengkap karena kekurangan satu atau beberapa jumlah dan jenis asam amino. Protein dari tumbuh-tumbuhan diperoleh dari :

- Kacang merupakan sumber protein paling baik, misalnya : kacang kedelai, kacang tanah, kacang buncis, kacang panjang, kacang hijau, kacang merah, kacang almond dan sebagainya, terbatas dalam asam amino metionin
- Hasil olahan kacang kedelai, seperti susu, tempe, tahu, oncom
- Padi-padian dan hasil olahan, mengandung protein yang relatif lebih rendah, tetapi karena dikonsumsi dalam jumlah banyak, maka dapat memberi sumbangan protein yang besar. Terbatas dalam asam amino *lisin*.
- Biji-bijian, misalnya biji rami.
- Sayur-sayuran dan beberapa buah-buahan, seperti : alpokat.
- Jamur
(Intan Agria, Ruri Narulita, 2011), (Erna Francin, Yuyum Rumdasih, 2004).`



Gambar 3.1 : Sumber Protein Hewani dan Protein Nabati
Sumber : (Yeni Novianti, 2022)

Berikut ini adalah nilai protein dari bahan makanan sumber protein, baik protein hewani maupun protein nabati.

Tabel 3.1 : Nilai Protein berbagai Bahan makanan (gram/100 gram)

Bahan Makanan	Nilai Protein	Bahan Makanan	Nilai Protein
Kacang kedelai	34,9	Keju	22,8
Kacang merah	29,1	Kerupuk udang	17,2
Kacang tanah terkelupas	25,3	Jagung kuning, pipil	9,2
Kacang hijau	22,2	Roti putih	8,0
Biji jambu monyet	21,2	Mi kering	7,9
Tempe kacang kedelai	18,3	Beras setengah giling	7,6
murni	7,8	Kentang	2,0
Tahu	18,8	Gaplek	1,5
Daging sapi	18,2	Ketela pohon	1,2
Ayam	13,1	Daun singkong	6,8
Telur bebek	12,0	Bayam	3,5
Telur ayam	21,0	Kangkung	3,0
Udang segar	16,0	Wortel	1,2
Ikan segar	35,6	Tomat masak	1,0
Tepung susu skim	24,6	Mangga harum manis	0,4
Tepung susu			

Sumber : Daftar Komposisi Bahan Makanan, Depkes1979, dikutip (Almatsier, 2004).

3.6 Angka Kecukupan Protein

Angka Kecukupan Protein menurut *FAO/WHO/UNU* adalah asupan protein yang dibutuhkan untuk mencegah kehilangan protein tubuh dan memungkinkan untuk produksi protein yang diperlukan dalam masa pertumbuhan, kehamilan atau menyusui. Angka Kecukupan Protein (AKP) untuk orang dewasa berdasarkan hasil penelitian keseimbangan nitrogen adalah 0,75 gram/kg berat badan, berupa protein patokan tinggi yaitu protein telur (mutu cerna/*digestibility* dan daya manfaat/*utility* telur adalah 100). Angka ini dinamakan *safe level of inside* atau taraf suapan terjamin (Almatsier, 2004).

Adapun angka kecukupan gizi yang dianjurkan per hari menurut golongan umur adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2: Angka Kecukupan Protein yang Dianjurkan

Golongan Umur	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)	AKP* (g)	Golongan Umur	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)	AKP* (g)
0-6 bl	6,0	60	10	Wanita			
7-11 bl	8,5	71	16	10-12 th	38,0	145	50
1-3 th	12,0	90	25	13-15 th	49,0	152	57
4-6 th	17,0	110	39	16-18 th	50,0	155	55
7-9 th	25,0	120	45	19-29 th	52,0	156	50
				30-49 th	55,0	156	50
Pria :				50-64 th	55,0	156	50
10-12 th	35,0	138	50	≥ 65 th	55,0	156	50
13-15 th	48,0	155	60				
16-18 th	55,0	160	65	Hamil			+ 7
19-29 th	60,0	165	60				
30-49 th	62,0	165	60	Menyusui			
50-64 th	62,0	165	60	0-6 bl			+ 17
≥ 65 th	62,0	165	60	7-12 bl			+ 17

Sumber : Widyakarya Nasional Pangan Gizi, 2004, dikutip (Almatsier, 2004).

*Angka Kecukupan Protein

3.7 Proses Pencernaan, Penyerapan dan Metabolisme

Proses pencernaan protein dimulai dari lambung di mana asam hidroklorat (HCl) bekerja pada protein untuk membuatnya lebih bereaksi terhadap kerja enzim. HCl mengubah pepsinogen menjadi enzim pepsin. Pepsin mulai memecah protein menjadi polipeptida yang lebih kecil dan beberapa asam amino.

Sebagian besar pencernaan protein berlangsung di usus halus dengan bantuan enzim yang disekresi oleh pankreas. Enzim pancreas ini (*tripsin*, *kimotripsin*, dan *karboksipeptidase*) bertanggungjawab memecah protein menjadi bahan yang lebih sederhana (*tripeptida*, *dipeptida* dan asam amino). Enzim yang terletak di permukaan dinding usus (*aminopeptidase* dan *dipeptidase*) menyempurnakan proses pencernaan protein.

Penyerapan asam amino berlangsung di mukosa usus halus melalui transport aktif, dengan bantuan vitamin B6. Sel-sel usus melepaskan asam amino ke dalam aliran darah untuk diangkut ke hati melalui vena porta.

Metabolisme protein merupakan satu proses yang senantiasa terdiri atas dua bagian. Protein dipecah oleh tubuh menjadi asam amino melalui proses katabolisme, dan kemudian disintesis kembali ke dalam jaringan yang membutuhkannya melalui anabolisme. Konversi yang berjalan terus menerus ini diperlukan untuk mempertahankan keseimbangan seluruh protein dalam tubuh (Dwijyanthi, 2011).

3.8 Akibat Kekurangan dan Kelebihan Protein

Protein termasuk dalam makro nutrien yaitu nutrisi utama yang dibutuhkan tubuh. Semua kelompok umur memerlukan nutrisi ini, terutama anak-anak untuk mendukung tumbuh kembang mereka. Tubuh memerlukan protein setiap hari sesuai dengan kebutuhan, baik dari umur, keadaan fisiologis tubuh, penyakit yang diderita, aktivitas fisik dan sebagainya.

Konsumsi protein yang tidak sesuai dengan kebutuhan, di mana terjadi kekurangan atau kelebihan asupan protein, dapat menyebabkan masalah kesehatan atau gangguan pada tubuh.

3.8.1 Kekurangan Protein

Kekurangan protein banyak terjadi pada masyarakat dengan status ekonomi rendah. Kekurangan protein murni pada stadium yang berat pada anak balita dapat menyebabkan kwashiorkor. Kekurangan protein sering bersamaan dengan kekurangan energi yang disebut dengan marasmus.

- **Kwashiorkor**

Kwashiorkor artinya penyakit yang menyerang anak pertama ketika ibunya sedang mengandung anak kedua, sering terjadi karena terlambat menyapih sehingga komposisi makanan terutama protein, tidak seimbang. Biasanya terjadi pada anak yang berusia 2 atau 3 tahun.

Ciri khas Kwashiorkor adalah oedema pada perut, kaki dan tangan, rambut halus dan pirang, xerosis, perut membuncit karena pembesaran hati, muka seperti orang tua.

- **Marasmus**

Marasmus merupakan penyakit pada bayi karena terlambat diberi makanan tambahan. Sebab lain marasmus dapat terjadi karena penyapihan mendadak, formula pengganti ASI terlalu encer dan tidak higienis atau sering terserang

infeksi. Akibat penyakit marasmus mempunyai efek jangka panjang yang mengganggu mental dan fisik yang susah untuk diperbaiki. Ciri khas marasmus pertumbuhan terhambat, anak tidak aktif, kurus, wajah seperti orang tua (*oldman's face*), tidak ada pembesaran hati (Eva Ellya Sibagariang, 2021).

- Kekurangan protein menyebabkan risiko mengalami gangguan pada tulang di mana tulang menjadi lebih mudah patah. Apabila kebutuhan protein terpenuhi maka kekuatan tulang akan meningkat.
- Menyebabkan gangguan pada rambut yaitu rambut lebih mudah rontok, kulit menjadi lebih kering dan kuku mudah patah dan rapuh.
- Kurang protein akan menyebabkan risiko untuk mengalami gangguan tumbuh kembang pada anak, termasuk *stunting*.
- Kekurangan protein menyebabkan menurunnya kekebalan atau imunitas tubuh sehingga orang yang mengalami kekurangan asupan protein akan lebih rentan mengalami infeksi dan mengalami penyakit penyakit (Fadhli Rizal Makarim, 2022).
- Kekurangan protein menyebabkan mudah lapar sehingga bisa memicu naik turunnya kadar gula darah. Hal ini bisa mempengaruhi kesehatan otak, dan bila terjadi terus menerus dapat mengakibatkan gangguan kognitif di mana otak menjadi menjadi kesulitan fokus, berpikir dan sering merasa linglung atau kebingungan (Maulani, 2022).

3.8.2 Kelebihan Protein

Sama halnya dengan kekurangan protein, asupan protein yang berlebihan juga tidak menguntungkan tubuh, bahkan dapat menyebabkan gangguan, seperti :

- Kenaikan berat badan. Konsumsi protein yang berlebih akan disimpan dalam bentuk lemak dalam tubuh. jika hal ini berlangsung dalam waktu yang lama dapat menyebabkan obesitas.
- Ketika orang berusaha menurunkan berat badan, sebagian orang cenderung menggantikan karbohidrat dengan protein

tinggi dalam jumlah yang banyak. Diet tinggi protein ini justru menyebabkan tubuh mengalami ketosis, yaitu zat kimia keton menumpuk dalam tubuh dan menyebabkan bau mulut yang lebih membahayakan dapat menyebabkan kerusakan ginjal (Maulani, 2022).

- Diet tinggi protein tertentu terutama kelebihan protein berbasis daging merah, berisiko meningkatkan masalah kesehatan, seperti peningkatan risiko kanker. Diet tinggi protein dengan lemak jenuh dan produk susu penuh lemak dapat menyebabkan penyakit jantung. Hal ini mungkin berhubungan dengan konsumsi lemak dan kolesterol (Humaniora, 2022).
- Kelebihan asam amino dapat menyebabkan beban hati dan ginjal semakin berat karena harus melakukan metabolisme dan mengeluarkan kelebihan nitrogen.
- Umumnya kelebihan protein menyebabkan asidosis, diare, sembelit, dehidrasi, kenaikan amonia darah, kenaikan ureum darah dan demam. (Eva Ellya Sibagariang, 2021).

Tubuh memerlukan protein yang seimbang. Untuk itu, makanlah sesuai dengan kebutuhan baik secara kualitas maupun kuantitas sehingga kita dapat memperoleh banyak manfaat protein sebagai nutrisi utama bagi tubuh dalam menjaga kesehatan dan meningkatkan kualitas hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, S. N. 2021. "7 Asam Amino ini Penting untuk Tumbuh Kembang Anak." Jakarta.
- Almatsier, S. 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Umum.
- Dwijayanthi, L. 2011. *Ilmu Gizi Menjadi Sangat Mudah*. 2 ed. Diedit oleh Aryandhito. Jakarta: EGC.
- Erna Francin, Yuyum Rumdasih, H. 2004. *Gizi dalam Kesehatan Reproduksi*. Diedit oleh Monica Ester. Jakarta.
- Eva Ellya Sibagariang. 2021. *Gizi dalam Kesehatan Reproduksi*. Jakarta Timur: CV Trans Info Media.
- Fadhli Rizal Makarim. 2022. "Protein." Jakarta.
- Humaniora. 2022. "Ketahui Dampak Buruk Kelebihan Protein bagi Tubuh," *Media Indonesia.com*, 3 April.
- Intan Agria, Ruri Narulita, I. 2011. *Gizi Reproduksi*. I. Yogyakarta: Penerbit Fitramaya.
- Maulani, G. 2022. "Dampak Kelebihan dan Kekurangan Protein," *General Health*, 22 Januari.
- Yeni Novianti. 2022. "7 Asam Amino ini Penting untuk Tumbuh Kembang Anak." Jakarta.

BAB 4

ANTIOKSIDAN

Oleh Leny Eka Tyas Wahyuni

4.1 Pendahuluan

Radikal bebas merupakan molekul atau atom yang bersifat tidak stabil dan dapat dihasilkan karena beberapa faktor seperti polusi udara, debu, asap, dan kebiasaan mengonsumsi makanan siap saji, serta hasil metabolisme tubuh. Radikal bebas adalah sekelompok bahan kimia berupa atom atau molekul dengan elektron yang tidak berpasangan yang terletak di lapisan luarnya atau berbagai bahan aktifnya (Werdhasari, 2014).

Antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal radikal bebas. Senyawa ini dapat mendonorkan elektronnya untuk radikal bebas yang sifatnya tidak stabil, sehingga radikal bebas tersebut dapat dinetralkan dan tidak mengganggu proses metabolisme dalam tubuh manusia (Rahmi, 2017).

Antioksidan terdiri dari dua (2) jenis yaitu antioksidan alami dan sintetis (buatan). Antioksidan alami dapat diperoleh dari tanaman (buah-buahan atau sayuran), sedangkan antioksidan sintetis dihasilkan dari sintetis suatu reaksi kimia. Penggunaan antioksidan sintetis cenderung dapat memberikan pengaruh negatif bagi kesehatan (Winarsi, 2007).

Berdasarkan sumbernya, antioksidan terdiri dari antioksidan endogen dan eksogen. Antioksidan endogen yaitu enzim yang memiliki sifat sebagai antioksidan seperti *Superoksida Dismutase* (SOD), *katalase* (Cat), dan *glutathione paroksidase* (Gpx), sedangkan antioksidan eksogen yaitu antioksidan yang diperoleh dari luar tubuh seperti dari makanan atau minuman yang dikonsumsi (Werdhasari, 2014).

Indonesia adalah negara yang beriklim tropis dan kaya akan sumber daya alam dan berpotensi sebagai antioksidan (Rahmi, 2017). Beberapa contoh sumber antioksidan alami dalam bahan pangan yaitu buah-buahan, rempah, daun-daunan, cokelat, biji-bijian, teh, dan lain sebagainya. Bahan alam asli Indonesia banyak mengandung antioksidan dengan bahan aktifnya seperti vitamin C,

vitamin E, pro vitamin A, *α-tocopherol*, *thymoquinone*, *flavonoid*, *phycoyanin*, niasin, statin, dan organosulfur. Antioksidan tersebut terdapat dalam bahan alam baik yang telah digunakan sebagai makanan sehari-hari atau dikembangkan menjadi suplemen makanan.

Komponen bioaktif dalam bahan pangan yang berfungsi sebagai antioksidan menimbulkan sifat fungsional yang berasal dari sumber pangan hewani maupun nabati sebagai zat gizi dan nongizi. Zat gizi meliputi vitamin, mineral, asam lemak, dan protein, sedangkan zat nongizi seperti serat pangan, oligosakarida, senyawa fenol, dan fitokimia lainnya (Muchtadi, 2004).

Beta karoen, asam askorbat, dan vitamin E telah diketahui fungsinya sebagai antioksidan yang dapat menetralkan radikal bebas, singlet oksigen, dan peroksidasi lipid. Vitamin B2 berperan sebagai kofaktor dalam reaksi oksido-reduksi dan memiliki aktivitas antioksidan secara langsung. Riboflavin dapat diubah menjadi bentuk teroksidasi dengan adanya hidroperoksida lipidik secara *in vitro*. Asam lemak tak jenuh adalah substrat peroksidasi yang baik karena dapat membentuk hidroperoksida lipidik sehingga direkomendasikan untuk mengurangi kadar kolesterol plasma dan menurunkan risiko terjadinya arterosklerosis. Konsumsi asam lemak tak jenuh sebaiknya juga diikuti oleh konsumsi vitamin B2, vitamin C, dan vitamin E yang cukup. Mineral Zn, Cu, dan Se merupakan grup prostetik dari enzim-enzim yang berfungsi sebagai antioksidan, seperti glutation peroksidase dan superoksida dismutase. Protein berfungsi sebagai antioksidan karena mampu menetralkan senyawa radikal dengan cara menyumbangkan elektronnya yaitu ion hidrogen.

Tabel 4.1 : Antioksidan Alami (Zat Gizi) dalam Bahan Pangan

Komponen Antioksidan	Sumber Bahan Pangan
Vitamin A dan Karotenoid	Buah yang berwarna kuning, sayuran hijau, mentega, dan margarin.
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	Susu dan olahannya, daging, ikan, telur, kacang-kacangan, dan sereal utuh.
Vitamin C (Asam Askorbat)	Buah dan sayur (sebagian rusak dalam proses pengolahan).
Vitamin E	Biji-bijian tinggi kadar minyak, biji bunga matahari, susu dan hasil olahannya, dan kacang-kacangan.

Komponen Antioksidan	Sumber Bahan Pangan
Protein	Gladin dalam gandum, ovalbumin dalam telur.
Zink (Zn)	Susu dan hasil olahannya, daging, ikan, dan udang.
Tembaga (Cu)	Udang, hati, sereal (kadar bahan pangan tergantung pada kadar Cu di dalam tanah).
Selenium (Se)	Ikan, daging, dan sereal (kadar bahan pangan tergantung pada konsentrasi Se di dalam tanah).

Sumber: Muchtadi, 2004

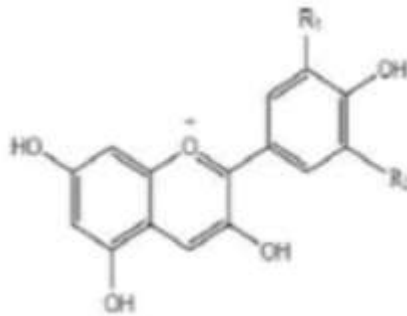
Meskipun kandungan antioksidan nongizi dalam bahan pangan cukup rendah, namun senyawa tersebut mampu berperan menetralkan pengaruh negative dari radikal bebas, seperti senyawa flavonoid yang dapat digolongkan menjadi:

1. Senyawa yang dapat menangkap radikal oksigen, seperti kamferol, apigenin, naringenin, dan naringin.
2. Senyawa yang mampu menghilangkan pengaruh radikal oksigen, seperti quercetin, miricetin, dan delpinidin.
3. Senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan atau prooksidan (tergantung konsentrasi), seperti katekin, sianin, dan morin.
4. Senyawa yang bersifat inaktif atau tidak berperan sebagai antioksidan, seperti phloridin dan rutin.

Senyawa fenol telah diteliti untuk mengetahui metabolisme dan efek biologisnya dalam tubuh. Berdasarkan hasil penelitian, senyawa fenol golongan flavonoid dapat membantu proses reaksi redoks terhadap fungsi vitamin C di dinding pembuluh darah. Aktivitas senyawa fenol sebagai antioksidan tergantung pada struktur molekul, dosis, dan sistem kerja enzim yang terlibat atau deoksidasinya (Muchtadi 2004).

Salah satu senyawa turunan polifenol dalam tanaman yang memiliki banyak manfaat secara fisiologis dan melimpah di alam yaitu antosianin. Antosianin dalam bahan pangan berperan penting bagi kesehatan, antara lain sianidin, peonidin, delphinidin, malvidin, pelargonidin, serta glikosida-glikosida antosianin (Barba-Espin *et al*, 2017). Selain berfungsi untuk pertahanan diri oleh tanaman

atau tumbuhan dari infeksi dan kerusakan, senyawa bioaktif yang diketahui sebagai antioksidan alami ini juga berfungsi sebagai senyawa penghancur dan penangkal radikal bebas (Barrowclough, 2015).



Gambar 4.1: Struktur Antosianin

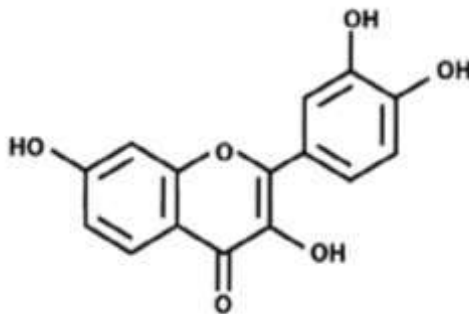
Sumber: Bhagwat *et al*, 2014)

Antosianin dapat mengangkal radikal bebas turunan dari oksigen reaktif, misalnya hidroksil, peroksil, dan oksigen tunggal. Radikal bebas tersebut dalam tubuh manusia dibentuk oleh sistem enzim prooksidatif, irradiasi, inflamasi, oksidasi lipid, nikotin, bahan kimia lain, dan polusi udara (Siti Azima *et al*, 2014). Fungsi antioksidan dalam antosianin bermanfaat untuk mencegah penyakit degeneratif seperti yang disebabkan oleh arterosklerosis. Antosianin dapat menghambat dan menurunkan kadar kolesterol darah yang disebabkan oleh LDL sehingga mampu melindungi membran sel lemak dari oksidasi (Wallace, 2011). Berdasarkan hasil penelitian, antosianin berfungsi sebagai anti hipertensi, anti diabetes, anti inflamasi, anti hipoglikemik, anti kanker, mencegah penurunan daya ingat, anti infertilitas, anti mutagenik, anti katarak, anti mikroba, anti *aging*, mencegah gangguan fungsi hati, dan anti obesitas yang disebabkan oleh proses oksidasi dalam tubuh secara kontinu (Priska *et al*, 2018).

Tabel 4.2 : Antioksidan Alami (Zat NonGizi) dalam Bahan Pangan

Komponen Antioksidan	Sumber Bahan Pangan
Senyawa Fenol: - Gingerol - Zingeron - Timol - Karpakrol - Tirosol, hidroksitirosol - Vanilin, asam vanilat	Minyak jahe Jahe Minyak atsiri dari <i>thyme</i> Minyak <i>thyme</i> Minyak <i>olive</i> Panili
Senyawa Polifenol: - Flavonoid - Biflavonoid - Flavon, flavonol - Heterosida flavonoat - Kalkon auron	Banyak ditemukan dalam sayuran daun (pigmen). Efektivitas antioksidannya tergantung pada posisi dan jumlah OH.
Tanin: Asam galat, asam elagat, proantosianidol	Sering ditemukan dalam sayuran, buah-buahan, dan teh
Biogenik Amin	Antikoksidan berdasarkan fungsi amin dan fenol, misalnya keju.
Komponen Tetrapirotik - Klorofil - Virofeofitin	Banyak ditemukan pada sayuran hijau dan ganggang.

Sumber: Muchtadi, 2004



Gambar 4.2 : Struktur Tanin

Sumber: Robinson, 1995

Terdapat tiga (3) mekanisme kerja antioksidan pada radikal bebas yaitu:

1. Antioksidan primer mampu mengurangi dismutase (SOD), glutathion peroksidase, dan katalase stabil.
2. Antioksidan sekunder membentuk radikal bebas baru dengan cara memutus reaksi berantai dan dapat mengikat radikal bebas dan mencegah amplifikasi senyawa radikal.
3. Antioksidan tersier berfungsi dalam mekanisme biomolekuler, seperti memperbaiki kerusakan sela tau jaringan.

4.3 Peran Antioksidan bagi Kesehatan

Penyakit degeneratif adalah salah satu masalah kesehatan yang perlu perhatian dan menjadi faktor utama kematian tertinggi di negara Indonesia. Stres oksidatif memiliki peranan penting dalam patofisiologi penyakit degeneratif seperti diabetes mellitus, kanker, stroke, pembuluh darah, dan arterosklerosis penyebab penyakit jantung (Giacco *et al*, 2013).

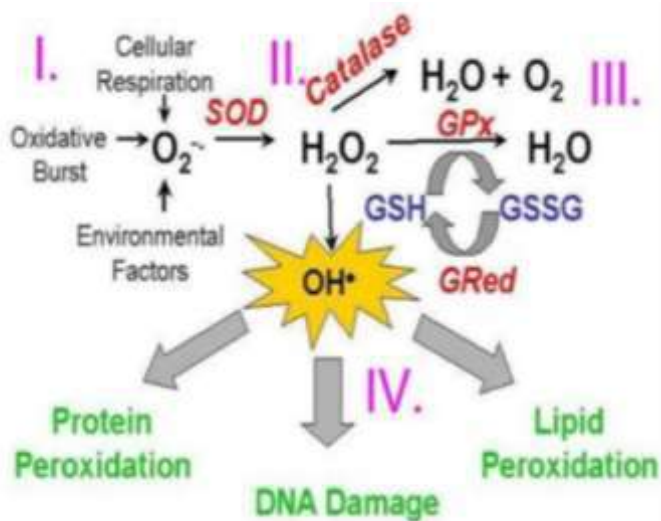
Stres oksidatif adalah kondisi yang menggambarkan ketidakseimbangan antara jumlah radikal bebas dan antioksidan dalam tubuh manusia. Karena radikal bebas memiliki satu atau lebih senyawa elektron yang tidak berpasangan, maka radikal bebas bersifat sangat reaktif dan mampu mengoksidasi molekul lain disekitarnya, seperti protein, lipid, karbohidrat, dan DNA. Jika dua (2) radikal bebas bertemu, maka radikal bebas tersebut akan menggunakan elektron yang tidak berpasangan secara bersama dan membentuk ikatan kovalen. Ketika radikal bebas bertemu dengan molekul non radikal maka akan membentuk molekul baru (Halliwell *et al*, 2007).

Radikal bebas yang bersifat tidak stabil akan berusaha mengambil molekul lain sehingga bersifat *toxic* terhadap molekul biologi atau sel. Keberadaan radikal bebas dalam tubuh dapat mengganggu produksi DNA, memengaruhi pembuluh darah, produksi prostaglandin, lapisan lipid pada dinding sel, dan enzim dalam tubuh. Radikal bebas akan mengoksidasi antioksidan karena sifat antioksidan yang mudah teroksidasi, sehingga dapat melindungi molekul lain dalam sel dari kerusakan akibat proses oksidasi oleh radikal bebas (Werdhasari, 2014).

Radikal bebas yang mengambil elektron dari DNA akan mengakibatkan struktur DNA tersebut berubah sehingga terbentuk sel mutan. Jika proses mutasi tersebut berlangsung lama, maka akan berisiko kanker. Selain itu, radikal bebas juga berperan dalam proses penuaan, karena reaksi inisiasi radikal bebas di mitokondria menyebabkan terbentuknya *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang bersifat reaktif. Radikal bebas dapat disebabkan oleh hasil metabolisme tubuh manusia dan faktor eksternal lainnya.

Antioksidan diperlukan oleh tubuh sebagai upaya pencegahan terjadinya stres oksidatif dan berperan penting dalam etiologi munculnya penyakit degeneratif. Bahan alam asli dari Indonesia dan mengandung tinggi antioksidan dengan berbagai macam bahan aktifnya sangat bermanfaat untuk meningkatkan kualitas kesehatan masyarakat dengan biaya yang relatif terjangkau. Contoh obat sintesis yang mengandung antioksidan yaitu vitamin C dan NAC (*N-Asetil Sistein*) (Werdhasari, 2014). Tubuh manusia akan menetralkan radikal bebas dengan mekanisme pertahanan antioksidan endogen jika jumlah radikal bebas tersebut tidak berlebihan. Namun, jika antioksidan endogen tidak terpenuhi, maka tubuh memerlukan antioksidan dari luar tubuh (eksogen).

Mekanisme antioksidan endogen sebagai pertahanan tubuh dilihat pada Gambar 4.4 Radikal superoksida ($O_2^{\cdot-}$) yang dihasilkan dari proses respirasi dan berasal dari lingkungan diubah oleh enzim superoksida dismutase (SOD) yang berada dalam sitosol dan mitokondria menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) yang masih reaktif (Halliwell, 2007). Peroksida kemudian dikatalisis oleh glutathion peroksidase (GPx). Enzim katalase dapat menggunakan satu (1) molekul H_2O_2 sebagai substrat elektron donor dan satu (1) molekul H_2O_2 sebagai substrat elektron akseptor, sehingga dua (2) molekul H_2O_2 menjadi 2 H_2O dan O_2 .



Gambar 4.4 : Mekanisme Pertahanan Tubuh oleh Antioksidan

Sumber: Eckert GP

(available in www.biozentrum.uni-frankfurt.de/Pharmakologie/index.html)

Enzim *glutation peroksidase* (GPx) dapat mengkatalisis destruksi H_2O_2 dan lipid hidroperoksida dengan menggunakan *glutation tereduksi* (GSH) dalam eritrosit atau jaringan lain sehingga dapat melindungi membran lipid atau hemoglobin dari serangan oksidasi oleh H_2O_2 . Hal ini dapat mencegah terjadinya hemolisis yang diakibatkan oleh serangan peroksida. Selanjutnya, GSH akan teroksidasi menjadi GS-SG dan GS-SG tersebut harus direduksi lagi menjadi GSH supaya GSH mampu membantu kerja enzim GPx secara kontinu. Fungsi tersebut diperankan oleh enzim *glutation reduktase* (GRed) (Halliwell, 2007).

H_2O_2 yang tidak dikonversi menjadi H_2O dan bereaksi dengan ion logam transisi (Fe^{2+} atau Cu^+) dapat membentuk radikal hidroksil reaktif ($OH\cdot$). Sifat $OH\cdot$ yaitu lebih reaktif sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada sel melalui proses peroksidasi lipid, protein, dan DNA. Di sisi lain, tubuh manusia tidak memiliki enzim yang mampu mengubah $OH\cdot$ menjadi molekul yang tidak berbahaya bagi sel.

Senyawa bioaktif dalam bahan pangan, seperti isoflavon dalam kedelai dapat menurunkan risiko kanker, menurunkan kadar kolesterol

darah, dan meningkatkan aktivitas spermatozoa. Senyawa bioaktif dalam teh hijau seperti *nerolidol* dan *linalool* juga dapat menurunkan kejadian *carries* gigi dan risiko kanker. Komponen yang mengandung sulfur dalam bawang putih berfungsi menurunkan risiko agregasi trombosit sehingga dapat mencegah munculnya penyakit arterosklerosis. Rempah-rempah juga mengandung berbagai jenis komponen bioaktif yang sangat bermanfaat bagi kesehatan, seperti kurkumin dalam kunyit yang dapat memperbaiki atau mencegah sirosis hati.

DAFTAR PUSTAKA

- Astitri, A., S Benhart, B., Jayashanty, DM., Darsono, K., Fatimah, NS., Putri, RF. 2021. 'Efektivitas Penggunaan Media Luar ruang Billboard sebagai Media Promosi Festival Keuken 9'.
- Bhagwat, S., Haytowitz, D.B., Holden, J.M. 2014. 'USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods', *US Departement of Agriculture*.
- Barba-Espin, G., Glied, S., Crocoll, C., Dzhhanfezova, T., Joernsgaard, B., Okklels, F., Lutken, H., Muller, R. 2017. 'Foliar Applied Ethephon Enhances The Content of Anthocyanin of Black Carrot Roots (*Daucus carota* ssp. *Sativus* var. *Atrorubens* Alif.)', *BMC Plant Biology*, 17(70).
- Barrowclough, R.A. 2015. 'The Effect of Berry Consumption on Cancer Risk', *Journal of Nutrition Health & Food Engineering*, 2(1).
- Dehpour, AA., Ebrahimzadeh, MA., Fazel, NS., Mohammad, NS. 2009. 'Antioxidant Activity of Methanol Extract of *Ferula Assafoetida* and Essential Oil Composition', *Grass Aceites*, 60(4).
- Giacco, F., Brownlee, M. 2013. 'Oxidative Stress and Diabetic Complications'
- Halliwell, B., Gutteridge, JMC. 2007. 'Free Radicals in Biology and Medicine 4th eds', New York: Oxford.
- Molyneux, P. 2003. 'The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity.' *Journal of Science Technology*, 26(2).
- Muchtadi, D. 2004. 'Komponen Bioaktif dalam Pangan Fungsional', *Majalah GizMindu*, Vol. 3, No.7.
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., Ngapa, Y.D. 2018. 'Review: Antosianin dan Pemanfaatannya', *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6 (2).
- Rahmi, H. 2017. 'Review: Antioksidan dari Berbagai Sumber Buah-Buahan di Indonesia', *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2 (1).
- Siti Azima, A.M., Noriham, A., Manshoor, N. 2014. 'Anthocyanin Content in Relation to The Antioxidant Activity and Colour Properties of *Garcinia mangostana* pell, *Syzigium umni* and *Clitoria ternatea* Extracts. *International Food Research Journal*, 21 (6).
- Wallace, T.C. 2011. 'Anthocyanins in Cardiovascular Disease', *American Society for Nutrition. Adv. Nutr.*

- Werdhasari, A. 2014. '*Peran Antioksidan bagi Kesehatan*', Vol.3.2.2014: 59-68
- Winarsi, Guntarti, A. 2007. '*Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Buah Paprika Hijau (Capsicum annum L.)*', *Jurnal Ilmiah Kefarmasinya*, Vol 3.

BAB 5

PENYAKIT KURANG GIZI

Oleh Efina Amanda

5.1 Pendahuluan

Kondisi dimana seseorang mempunyai kondisi yang terlalu dominan atau terlalu sedikit zat gizi tertentu yang dikonsumsi disebut dengan malnutrisi. Seseorang yang tidak mendapatkan asupan makanan yang seimbang dapat mengalami malnutrisi. Tidak memperoleh gizi seimbang dapat menyebabkan suatu masalah kesehatan yang cukup serius seperti halnya pertumbuhan terhambat, masalah pada penglihatan (mata), penyakit jantung, hingga diabetes mellitus. Keadaan seperti ini didapatkan pada miliaran orang di seluruh dunia. Pada beberapa populasi beresiko tinggi untuk memiliki kondisi malnutrisi tertentu dan tergantung pada gaya hidup, lingkungan, hingga sumber daya. Malnutrisi memiliki dua jenis, yaitu pertama keadaan kurang gizi saat kondisi ini terjadi dikarenakan tubuh yang tidak mendapatkan kecukupan kalori, protein, dan atau zat gizi mikro. Kondisi ini mampu berdampak pada tumbuh kembang anak, seperti anak gizi buruk dan kondisi berat badan kurang hingga stunting (tubuh pendek). Berikutnya adalah jenis malnutrisi yaitu kondisi kelebihan berat badan atau obesitas. Orang dengan kondisi gizi buruk sering kekurangan mineral dan juga vitamin, khususnya vitamin A, yodium, dan zat besi. (Saunders and Smith, 2010).

5.2 Gizi Buruk

5.2.1 Definisi Gizi Buruk

Status gizi yang berdasarkan indeks berat badan menurut umur (BB/U) disebut sebagai gizi buruk, yang tidak lain merupakan istilah kurus dan sangat kurus. Anak dengan kondisi kurang gizi terlihat apabila indeks berat badan menurut umur (BB/U) kurang dari $-3SD$. Kondisi yang biasa digunakan dalam kalangan gizi, kesehatan, dan medis yang menyatakan suatu kondisi asupan gizi kurang ataupun

lebih adalah malnutrisi. Sedangkan malnutrisi kronis adalah bentuk malnutrisi yang paling parah (Saunders and Smith, 2010).

5.2.2 Faktor Penyebab Gizi Buruk

Banyak faktor yang dapat menyebabkan malnutrisi, sebagian besar terkait dengan pola makan yang kurang tepat, kondisi infeksi dengan level berat dan juga berulang terutama dengan permasalahan ekonomi yang buruk. Faktor yang mempengaruhi adanya kejadian buruk yaitu kurangnya pengetahuan wali anak (orang tua/sanak keluarga terdekat), status sosial ekonomi, dan juga berat badan lahir yang rendah (BBLR). Selain itu, pola makan yang kurang tepat, penyakit menular dan berhubungan dengan standar hidup umum, kondisi lingkungan yang tidak memadai, kemampuan dalam pemenuhan kebutuhan dasar seperti makanan, perumahan, hingga pelayanan kesehatan (Saunders and Smith, 2010).

5.2.3 Klasifikasi Gizi Buruk

Menurut gejala klinisnya, malnutrisi dibagi menjadi 3 gejala, yaitu: 1) Marasmus: keadaan yang disebabkan karena asupan kalori yang tidak mencukupi. Marasmus sangat umum terjadi pada bayi dibawah usia 12 bulan. Kasus marasmus memiliki gejala anak tampak keriput sehingga tampak lebih tua, lesu, cengeng walaupun setelah pemberian makan, rambut tipis, kulit kusam, tulang iga terlihat jelas disertai dengan bokong yang kendur dan berkerut. 2) Kwashiorkor : kondisi malnutrisi protein yang berat dan disebabkan oleh asupan karbohidrat yang tidak tepat (normal atau tinggi) tetapi asupan protein tidak adekuat. Ada beberapa tanda khusus dari kwashiorkor yaitu : rambut tipis dan mudah rontok, kulit tampak pucat disertai anemia. 3) Marasmus-Kwashiorkor : merupakan kombinasi gejala dari marasmus dan juga kwashiorkor, jadi makanan yang dikonsumsi harian tidak banyak mengandung zat gizi utama seperti energi dan protein yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan normal (Agarwal *et al.*, 2013).

5.3 Anemia Gizi Besi

Kondisi anemia yang timbul dikarenakan kurangnya asupan zat besi hingga pembentukan sel darah merah dan juga fungsi lain dalam tubuh dapat terganggu. Kondisi anemia dapat terjadi saat jumlah sel darah merah (hemoglobin) dalam tubuh tidak mencukupi sehingga tidak dapat bekerja dengan baik di dalam tubuh. Rendahnya konsentrasi hemoglobin pembatas yang disebabkan oleh rendahnya produksi sel darah (eritrosit) dan hemoglobin, penurunan hemoglobin atau penurunan eritrosit, dan atau kehilangan darah berlebih merupakan tanda-tanda terjadinya anemia. Kadar hemoglobin merupakan ukuran yang paling mudah dalam memprediksi status anemia. Peran utama dalam anemia ialah kekurangan zat besi yang mana hal tersebut juga berdampak pada kekurangan zat gizi lainnya, kondisi non-gizi, dan juga kelainan tingkat genetik juga berperan dalam kondisi anemia. Kekurangan Fe (zat besi) diartikan sebagai kondisi biokimia Fe dengan atau tanpa anemia. Stadium anemia yang mengakibatkan rendahnya kemampuan tubuh untuk mempertahankan suhu tubuh hingga sebagai penyebab kematian (Agarwal *et al.*, 2013).

5.3.1 Penyebab Anemia Gizi Besi

Anemia gizi besi disebabkan oleh kurangnya asupan zat gizi yang berperan dalam pembentukan hemoglobin, baik karena kurangnya konsumsi maupun gangguan penyerapan (absorpsi). Zat gizi yang dimaksud adalah zat besi, protein, piridoksin (vitamin B6) yang berperan sebagai katalis dalam sintesis heme dalam molekul seperti hemoglobin dan vitamin C yang mempengaruhi penyerapan dan pengendalian penyerapan zat besi dari transferin ke jaringan, dan vitamin E yang mempengaruhi membran sel. darah. merah. Pendarahan bisa terjadi pada kondisi eksternal atau internal, misalnya saat kecelakaan atau menstruasi berat bagi remaja putri. Salah satu penyebab kurangnya asupan zat besi adalah karena pola konsumsi masyarakat Indonesia masih didominasi oleh sayuran sebagai sumber zat besi. Anemia terjadi karena produksi sel darah merah yang tidak mencukupi, yang disebabkan oleh konsumsi zat gizi, terutama zat besi. Di daerah tertentu, anemia dapat dipengaruhi oleh investasi cacing tambang. Cacing tambang yang menempel di dinding usus dan memakan makanan tidak terserap dengan baik. Akibatnya, seseorang

bisa menderita kekurangan gizi, terutama zat besi. Gigitan cacing pada dinding usus juga menyebabkan pendarahan sehingga akan kehilangan banyak sel darah merah. Sementara itu, daging dan protein hewani lainnya yang selama ini dikenal sebagai sumber zat besi yang baik (heme iron), jarang dikonsumsi terutama oleh masyarakat pedesaan, sehingga rendahnya penggunaan dan penyerapan zat besi. Selain itu, penyebab anemia defisiensi besi dipengaruhi oleh peningkatan kebutuhan tubuh akibat penyakit kronis, kehilangan darah karena menstruasi dan infeksi parasit (cacing). Di Indonesia, kecacingan masih menjadi masalah besar untuk kasus anemia defisiensi besi, karena diperkirakan ada 2.100 cc darah setiap hari. (Fitriany and Saputri, 2018).

5.4 Gangguan Kekurangan Iodium

Gangguan kekurangan Yodium (GAKY) dikarenakan suatu asupan yodium yang kurang dalam tubuh dari asupan makanan dan berlangsung dalam jangka waktu lama. Kekurangan asupan yodium ini, yang dialami oleh individu atau kelompok dipengaruhi oleh kondisi geografis. Karenanya, kejadian ini memiliki prevalensi tertinggi di kawasan yang tidak memiliki banyak kandungan yodium baik dalam tanah maupun dalam air, serta pola makan lingkungan di mana orang memiliki sumber makanan yang kurang mengenai asupan yodium. Kurangnya yodium didalam lingkungan sekitar seperti tanah dan air membuat masyarakat yang bermukim di daerah tersebut memiliki kondisi kekurangan yodium yang kronis. Yodium sendiri memerankan berbagai peran penting dalam tubuh karena berhubungan langsung dengan sintesis hormon tiroid. Tiroksin (T4) dan Triiodothyronine (T3) memiliki peran penting dalam proses perkembangan mental dan juga fisik dengan kondisi normal yang terjadi pada manusia dan hewan, serta dalam pembentukan dan perkembangan otak, dan dalam mengatur suhu tubuh. Kurangnya hormon tiroid mampu menyebabkan lambatnya pertumbuhan dan perkembangan hampir di semua sistem organ. Yodium dengan jumlah yang sangat kecil dalam tubuh yaitu sekitar kurang dari 0,00004% berat badan atau setara dengan 15-23 mg. Kurangnya yodium ini terjadi apabila asupan yodium kurang dari yang dianjurkan dan membuat kelenjar tiroid tidak mampu mensekresi hormon tiroid dalam jumlah yang cukup. Hormon tiroid yang rendah

kadarnya dalam darah ini membuat berbagai gangguan perkembangan otak dan juga disertai rusaknya efek kumulatif. Keadaan seperti ini sering juga dikenal dengan Iodine Deficiency Disorder (IDA). Sekitar 75% yodium berada di kelenjar payudara, ginjal, lambung, dan ludah. Dan juga didalam darah, yodium tersedia dalam bentuk yodium bebas ataupun terikat pada protein (Mirmiran *et al.*, 2012). Berbagai studi klinis dan juga lapangan, menunjukkan bahwa kurangnya yodium khususnya di daerah endemis memiliki perkembangan yang negatif di masa depan, seperti: 1) gondok, 2) kanker tiroid, 3) hipotiroidisme 4) endemik keratin dengan berbagai gangguan pada sistem saraf pusat. Suatu kondisi dimana fungsi kelenjar tiroid menurun hingga kelenjar tiroid tidak mampu menghasilkan cukup hormon disebut dengan hipotiroidisme. Orang dewasa membutuhkan suatu hormon yang digunakan dalam metabolisme tubuh, berdasarkan disfungsi organ yang terkena hipotiroidisme dibagi menjadi 2 macam yaitu hipotiroidisme sentral. Hipotiroidisme primer memiliki hubungan dengan kerusakan pada kelenjar tiroid itu sendiri, sedangkan hipotiroidisme sentral berhubungan dengan penyakit yang membuat pengaruh tersendiri pada produksi Thyrotropin-relation hormone (TRH) oleh hipotalamus ataupun hipofisis. Saat hipotiroidisme tidak ditangani dengan baik maka akan membuat berbagai masalah kesehatan seperti obesitas, nyeri sendi, penyakit jantung, kemandulan, hingga gangguan metabolisme yang lainnya (Egbi, 2012).

5.5 Kekurangan Vitamin A

Kurangnya vitamin A (KVA) adalah salah satu dari berbagai penyebab masalah gizi utama yang terjadi di Indonesia yang harus diatasi dengan segera. Penelitian dari berbagai studi menyatakan bahwa vitamin A adalah zat gizi esensial bagi manusia, karena zat gizi ini sangat penting dan konsumsi makanan cenderung tidak mencukupi kebutuhan. Banyak kondisi kebutaan yang terjadi pada anak karena kurangnya asupan vitamin A. Bayi yang kekurangan vitamin A (KVA) akan meningkatkan mortalitas dan morbiditas, dan rentan terkena serangan penyakit infeksi seperti diare, pneumonia hingga berakhir pada kematian. Berbeda halnya dengan KVA yang sangat serius seperti kasus lain yaitu rabun senja dan perkembangan lain dari xerophthalmia seperti kasus kebutaan. Sangat banyak faktor yang

membuat pengaruh pada status vitamin A individu. Vitamin A sendiri memiliki kandungan pada bahan pangan seperti buah-buahan dan sayuran yang berwarna hijau dan kuning yang juga mengandung karotenoid. Dalam memenuhi kebutuhan pangan tidak hanya pada makanan pokoknya saja tetapi harus diimbangi dengan makanan seperti selingan (snack) ataupun jajanan. Saat ini banyak sekali produk pangan olahan yang bersumber dari bahan baku yang dijual di pasaran tetapi beberapa diantaranya masih sangat kurang dalam hal kandungannya. Karenanya perlu dilakukan suatu usaha untuk menghasilkan makanan yang ringan dengan pemanfaatan bahan baku yang memiliki kandungan nilai gizi yang cukup. Retinoid dan prekursor/provitamin A karotenoid memiliki aktivitas biologi yang sama dengan halnya dengan retinol. Provitamin A memiliki beberapa jenis seperti alfa, beta, dan juga gamma karotenoid (Anderson, 2019).

5.5.1 Penyebab Kekurangan Vitamin A

Mikronutrien yang sangat penting untuk menjadi bagian dari diet adalah Vitamin A. Vitamin A lebih dikenal karena fungsi utamanya dalam penglihatan, sebagai komponen penting dalam sel-sel penangkap cahaya. Kemampuan memproduksi vitamin A tidak dapat dilakukan oleh tubuh, sehingga harus mengandalkan asupan dari luar tubuh. Karenanya, kekurangan vitamin A adalah penyebab utama kondisi kebutaan di negara berkembang. Kekurangan vitamin A merupakan penyebab utama kebutaan di negara berkembang. Penyebabnya sendiri adalah karena tubuh kekurangan vitamin A. Vitamin A dapat mempengaruhi sistem kekebalan tubuh sehingga individu lebih rentan terhadap penyakit infeksi (Egbi, 2012).

5.5.2 Patofisiologi Kekurangan Vitamin A

Patofisiologi dalam kondisi kekurangan vitamin A adalah kurangnya vitamin A dalam tubuh yang menyebabkan gangguan pada munculnya generasi sel yang baru dalam mempertahankan sel rhodopsin, sel kerucut di retina dan sel batang. Kurangnya vitamin A dapat menyebabkan adanya kondisi konjungtiva dan diawali dengan rabun senja dan munculnya bercak bitot. Pada kondisi normal, organogenesis berperan penting dalam organogenesis, pertumbuhan, fungsi imun, aktivitas gastrointestinal, kolestastasis, penurunan fungsi kekebalan, peningkatan peradangan, gangguan saluran pernapasan, dan gangguan penglihatan. (Mirmiran *et al.*, 2012).

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, E. *et al.* 2013. 'Malnutrition in the elderly: A narrative review', *Maturitas*, 76(4), pp. 296–302. doi: 10.1016/j.maturitas.2013.07.013.
- Anderson, G. 2019. 'Endometriosis Pathoetiology and Pathophysiology: Roles of Vitamin A, Estrogen, Immunity, Adipocytes, Gut Microbiome and Melatonergic Pathway on Mitochondria Regulation', *Biomolecular Concepts*, 10(1), pp. 133–149. doi: 10.1515/bmc-2019-0017.
- Egbi, G. 2012. 'Prevalance of vitamin A, zinc, iodine deficiency and anaemia among 2-10 year-old Ghanaian children', *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 12(50), pp. 5946–5958. doi: 10.18697/ajfand.50.10220.
- Fitriany, J. and Saputri, A. I. 2018. 'Anemia Defisiensi Besi. Jurnal', *Kesehatan Masyarakat*, 4(1202005126), pp. 1–30.
- Mirmiran, P. *et al.* 2012. 'Iron, iodine and vitamin a in the Middle East; a systematic review of deficiency and food fortification', *Iranian Journal of Public Health*, 41(8), pp. 8–19.
- Saunders, J. and Smith, T. 2010. 'Malnutrition: Causes and consequences', *Clinical Medicine, Journal of the Royal College of Physicians of London*, 10(6), pp. 624–627. doi: 10.7861/clinmedicine.10-6-624.

BAB 6

KEBUTUHAN KALORI DAN MAKANAN

Oleh Mulya Agustina

6.1 Pendahuluan

Makanan merupakan pemenuhan kebutuhan hidup yang paling mendasar karena energi diperoleh dari makanan untuk dapat melakukan aktivitas sehari-hari. Makanan yang memiliki kandungan karbohidrat, protein, dan lemak akan menghasilkan sumber energi. Beras, ubi jalar, gandum, dan singkong akan menghasilkan karbohidrat. Hewani atau nabati misalnya telur, ayam, tahu, dan tempe akan menghasilkan protein, sedangkan minyak goreng, minyak zaitun, dan sebagainya dapat menghasilkan lemak. Lemak dan karbohidrat dibutuhkan oleh tubuh manusia sebagai bahan bakar untuk memperoleh energi dan panas, yang digunakan untuk menjaga kondisi tubuh, terutama saat cuaca dingin. Karbohidrat memberikan sebagian besar kekuatan yang dibutuhkan tubuh.

Rata-rata kebutuhan energi yakni 2.100 kalori per orang per hari. Keseimbangan kalori merupakan pemasok tenaga utama yang dibutuhkan oleh tubuh, harus diperhatikan. Jika jumlah kalorinya berlebihan, dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti kolesterol, hipertensi, diabetes mellitus, dan penyakit jantung koroner.

Konsumsi makanan individu yang bersih, beragam dan bergizi dapat membantu pencegahan gangguan zat gizi dan penyakit tidak menular (PTM). Minat masyarakat pada produk pangan olahan kian meningkat serta perubahan *life style* masyarakat menjadi penyebab perubahan pada pola makan. Konsumsi makanan tinggi lemak, tinggi gula, garam dan rendah serat telah menjadi kebiasaan makan masyarakat saat ini. Padahal gizi dari makanan memiliki manfaat yang sangat penting bagi tubuh manusia.

Komposisi makanan yang tepat terdiri dari jenis diet yang beragam, makanan seimbang dan sehat akan bervariasi tergantung pada karakteristik individu. Karakteristik individu yang dimaksud antara lain jenis kelamin, umur, kebiasaan makan dan pola hidup, serta aktivitas fisik masing-masing individu. Pola makan akan dipengaruhi

pula dari konteks budaya, bahan pangan lokal yang tersedia di masing-masing wilayah. Kebiasaan dan pola makan masyarakat berkembang dari waktu ke waktu. Hal tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain faktor sosial dan ekonomi. Faktor yang mempengaruhi antara lain pendapatan individu, ketersediaan bahan pangan, ketahanan pangan, kepercayaan individu, geografis dan lingkungan, serta budaya (WHO, 2020).

6.2 Kebutuhan Makanan

Makanan adalah kebutuhan individu untuk kelangsungan hidupnya. V Kebutuhan makanan dan kalori individu yang diketahui dapat menentukan bagaimana pola diet dan kebiasaan makan individu yang disesuaikan dengan pedoman gizi seimbang (Novita and Sulistyanto, 2015). Keseimbangan dari konsumsi makanan individu dapat menentukan derajat kesehatannya, selain itu makanan merupakan kebutuhan harian yang mendukung tubuh untuk melakukan aktivitas. Kelebihan konsumsi makanan dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

Kebutuhan makanan sehat untuk dewasa meliputi kelompok bahan makanan yakni sayuran, buah-buahan, kacang-kacangan dan biji-bijian. Kebutuhan harian untuk sayuran dan buah yakni 400 g atau lima porsi saji per hari (Amine *et al.*, 2003). Asupan energi yang berasal dari gula yakni tidak lebih dari 10% dari total energi, atau sekitar 50 g per hari. Kebutuhan makanan untuk seseorang dengan berat badan normal yakni 2000 kalori per hari.

Total asupan energi sebesar 30% berasal dari asupan lemak (Hooper *et al.*, 2015). Jenis Lemak tak jenuh lebih disukai dibandingkan dengan lemak jenuh. Lemak tak jenuh dapat ditemukan pada bahan makanan yakni alpukat, ikan, kacang-kacangan, minyak kanola dan zaitun. Lemak jenuh dapat ditemukan pada bahan pangan antara lain daging yang berlemak, minyak kelapa sawit, minyak kelapa, mentega, keju dan lainnya. Jenis lemak lain yang perlu dihindari yakni lemak trans yang dapat ditemukan pada makanan yang diolah dengan cara dipanggang dan digoreng yang menimbulkan warna hitam setelah proses pengolahan. Rekomendasi untuk konsumsi lemak jenuh yakni <10% dari asupan energi sehari, sedangkan untuk lemak trans yakni <1% dari total asupan energi sehari individu. Lemak trans yang

merupakan jenis lemak yang harus dihindari dan bukan bagian dari rekomendasi diet yang sehat (Nishida and Uauy, 2009).

Kebutuhan makanan dan energi untuk kelompok usia dua tahun pertama kehidupan, pemenuhan energi dan zat gizi yang optimal sangat diperlukan untuk mendorong pertumbuhan dan peningkatan perkembangan kognitif. Pemenuhan kebutuhan energi dan zat gizi pada usia dini dapat menjadi langkah pencegahan untuk mengurangi risiko obesitas/kelebihan berat badan dan risiko untuk kondisi penyakit tidak menular pada usia dewasa. Rekomendasi tentang pola makan yang sehat untuk bayi dan anak-anak mirip dengan untuk orang dewasa, tetapi harus memperhatikan unsur-unsur antara lain : (1) bayi harus mendapatkan ASI secara eksklusif selama 6 bulan pertama kehidupannya, (2) Bayi harus mendapatkan ASI terus menerus sampai usia 2 tahun dan seterusnya, (3) Sejak usia 6 bulan, ASI harus dilengkapi dengan berbagai makanan yang cukup, aman, dan padat gizi. Pola makan yang baik, beragam, bersih dan sehat perlu untuk terus dijaga dengan cara konsumsi buah dan sayur setiap hari sebanyak lima porsi atau setara dengan 400 g. Pola makan tersebut dapat memberikan manfaat kesehatan berupa penurunan risiko terkena penyakit tidak menular dan menyakinkan bahwa pemenuhan asupan serat harian telah terpenuhi. Asupan buah dan sayur dapat ditingkatkan dengan: (1) pada pembuatan makanan perlu memasukkan sayuran; (2) makan buah dan sayuran segar sebagai makanan selingan; (3) konsumsi sayur dan buah segar sesuai musim; dan (4) makan berbagai ragam buah dan sayur.

Pencegahan kenaikan berat badan dapat dilakukan dengan mengurangi asupan lemak total harian yakni kurang dari 30% dari total asupan energi pada populasi orang dewasa dengan kelebihan berat badan. Asupan lemak, terutama lemak jenuh dan asupan lemak trans, dapat dikurangi dengan: (1) mengolah makanan dengan cara mengukus atau merebus; (2) mengganti mentega, lemak babi dengan minyak yang kaya akan lemak tak jenuh ganda, seperti minyak kedelai, minyak jagung atau minyak bunga matahari; (3) konsumsi susu rendah lemak dan daging tanpa lemak; dan (4) membatasi konsumsi makanan yang dipanggang dan digoreng, serta makanan ringan dan makanan yang dikemas seperti kue, biskuit, pai, wafer atau kue kering.

Konsumsi garam, natrium dari individu cenderung tinggi melalui konsumsi garam harian yang melebihi rekomendasi dan

asupan kalium kurang. Konsumsi tinggi natrium dan asupan kalium yang tidak adekuat dapat berkontribusi pada kondisi tekanan darah tinggi. Kondisi tersebut dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit jantung dan stroke (WHO, 2012). Mengurangi asupan garam ke tingkat yang direkomendasikan kurang dari 5 g per hari dapat mencegah 1,7 juta kematian setiap tahun (Mozaffarian *et al.*, 2014).

Konsumsi garam yang berlebih terkadang sering tidak sadari. Konsumsi garam berlebih banyak ditemukan pada produk pangan olahan seperti makanan siap saji, olahan daging seperti ham, bacon atau salami, pada keju, serta snack ringan yang memiliki citarasa asin. Garam juga ditambahkan ke makanan selama memasak (misalnya kaldu, kaldu, kecap dan kecap ikan) atau pada saat akan mengonsumsi makanan (misalnya garam meja). Asupan garam berlebih dapat dikurangi dengan: (1) membatasi jumlah garam dan bumbu yang memiliki kandungan natrium tinggi contohnya pada kecap manis, kaldu, dan kecap ikan pada masakan atau pada saat menyiapkan makanan; (2) tidak menyediakan garam atau sumber bahan pangan tinggi natrium di atas meja; (3) membatasi konsumsi jajanan asin; dan (4) memilih produk dengan kandungan natrium yang lebih rendah.

Pada orang dewasa dan anak-anak, asupan gula harus dikurangi hingga kurang dari 10% dari total asupan energi. Pengurangan hingga kurang dari 5% dari total asupan energi akan memberikan manfaat kesehatan (WHO, 2018). Mengonsumsi gula berlebihan dapat meningkatkan risiko karies gigi (kerusakan gigi). Kelebihan kalori dari makanan dan minuman tinggi gula juga dapat berkontribusi terhadap kenaikan berat badan yang tidak sehat, yang dapat menyebabkan kelebihan berat badan dan obesitas. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa gula mempengaruhi tekanan darah dan lipid serum, dan menunjukkan bahwa pengurangan asupan gula mengurangi faktor risiko penyakit kardiovaskular (Te Morenga *et al.*, 2014).

Asupan gula berlebih yang dapat mempengaruhi status gizi dan kesehatan dapat dikurangi dengan: (1) membatasi konsumsi makanan dan minuman yang mengandung gula dalam jumlah tinggi, seperti camilan manis, permen, dan minuman manis (yaitu semua jenis minuman yang mengandung gula- termasuk minuman ringan berkarbonasi atau non-karbonasi, jus buah atau sayuran, dan minuman, konsentrat cair dan bubuk, air rasa, minuman energi dan olahraga, teh siap minum, kopi siap minum dan minuman susu rasa);

dan (2) makan buah segar dan sayuran segar sebagai camilan, bukan camilan manis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa orang dewasa yang kelebihan berat badan dan tidak berusaha menurunkan berat badan mungkin lebih rentan terhadap kesalahan dalam memperkirakan pengeluaran energi dan energi dalam makanan setelah olahraga berat, tetapi bukan olahraga sedang. Kemampuan yang buruk secara keseluruhan untuk memperkirakan energi yang dikeluarkan melalui olahraga, dan kalori dalam makanan, yang mungkin memiliki implikasi penting untuk manajemen berat badan (Brown *et al.*, 2016).

6.3 Kebutuhan Kalori

Energi dibutuhkan oleh setiap individu untuk beraktifitas dan pada beberapa tahap kehidupan, energi dibutuhkan untuk menunjang proses pertumbuhan dan perkembangan. Adapun kebutuhan dari masing-masing individu akan berbeda satu dengan yang lain. Kebutuhan energi individu tergantung pada usia, jenis kelamin, komposisi tubuh, kondisi kesehatan, dan aktivitas yang dikerjakan. Individu yang memiliki tubuh yang besar dan banyak melakukan aktivitas akan membutuhkan energi yang lebih dibandingkan dengan seseorang yang memiliki tubuh yang kecil dan aktivitas yang ringan.

Saat ini banyak masyarakat yang mengonsumsi makanan lebih dari yang dibutuhkan. Energi yang dibutuhkan berasal dari makanan yang dikonsumsi. Konsumsi kalori yang berlebihan atau kurang dari kebutuhan akan dapat menyebabkan masalah kesehatan. Kondisi yang dapat terjadi jika asupan kalori kurang atau berlebih antara lain obesitas atau kelebihan berat badan dan kekurangan gizi.

Obesitas dan kekurangan gizi dapat meningkatkan risiko untuk terjadinya penyakit seperti kolesterol tinggi, diabetes, KKP (kurang kalori protein), dan marasmus. Kebutuhan dan asupan kalori yang tidak sesuai dapat terjadi karena kurangnya pemahaman dan ketidaktahuan terkait kebutuhan kalori dari diri masing-masing individu (Haryanto, 2015).

Perhitungan kebutuhan kalori berdasarkan pada perhitungan Angka Metabolisme Basal (AMB). Angka metabolisme basal merupakan sejumlah energi yang akan dibutuhkan oleh tubuh untuk melakukan berbagai proses aktivitas vital ketika tubuh sedang beristirahat seperti

pada fungsi pernapasan, peredaran darah, pencernaan, dan fungsi vegetatif lainnya. Kebutuhan kalori dapat dihitung dengan menggunakan rumus dengan menambahkan adanya faktor aktivitas fisik dan faktor sakit untuk individu yang mengalami gangguan kesehatan. Perhitungan kebutuhan kalori dan zat gizi dapat menggunakan formula Harris Benedict yang menggabungkan perhitungan BMR (*basal metabolic rate*) dengan aktivitas fisik dan faktor stres/sakit.

Kepadatan energi makanan adalah jumlah energi yang terkandung dalam berat makanan tertentu (kkal/gram). Lemak (9kkal/g), protein (4kkal/g), karbohidrat (4kkal/g) dan air (0kkal/g). Meskipun beberapa makanan cenderung memiliki kepadatan energi yang lebih tinggi (misalnya, panganan) daripada yang lain (misalnya buah-buahan dan sayuran), bahkan di antara jenis produk makanan yang sama terdapat variasi besar dalam kepadatan energi antara merek produk. Peningkatan ketersediaan produk makanan padat energi berbiaya rendah kemungkinan merupakan kontributor utama untuk prevalensi obesitas yang lebih tinggi.

Data epidemiologis menunjukkan bahwa diet yang lebih padat energi cenderung dikaitkan dengan asupan energi harian yang lebih tinggi dan penambahan berat badan. Temuan ini telah mengarah pada saran bahwa pendekatan tingkat populasi untuk mengurangi kepadatan energi makanan mungkin efektif dalam mengurangi obesitas. Namun, studi epidemiologi yang meneliti kepadatan energi dan risiko obesitas telah menghasilkan beberapa temuan yang tidak konsisten, yang mungkin disebabkan oleh tantangan metodologis yang secara akurat mengukur kepadatan energi makanan dan asupan energi harian dari pengukuran laporan mandiri (Robinson *et al.*, 2022).

Kebutuhan kalori harian masyarakat Indonesia juga tertuang pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang angka kecukupan gizi yang dianjurkan untuk masyarakat Indonesia. Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan untuk masyarakat dikenal juga dengan AKG merupakan suatu nilai yang menunjukkan kebutuhan rata-rata zat gizi tertentu yang harus dipenuhi setiap hari bagi hampir semua orang dengan karakteristik tertentu yang meliputi umur, jenis kelamin, tingkat aktivitas fisik, dan kondisi fisiologis, untuk hidup sehat.

AKG yang digunakan pada tingkat konsumsi yang meliputi energi, protein, lemak, karbohidrat, serat, air, vitamin dan mineral. Rata-rata kecukupan energi/kalori bagi masyarakat Indonesia yakni 2100 Kal per hari pada tingkat konsumsi. Rata-rata angka kecukupan protein untuk masyarakat Indonesia adalah 57 gram per orang per hari (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2019).

Angka kecukupan gizi dapat digunakan sebagai acuan untuk menghitung kecukupan energi dan zat gizi penduduk, penyusunan pedoman konsumsi pangan, penilaian konsumsi pangan masyarakat, perhitungan kebutuhan pangan yang bergizi pada penyelenggaraan makanan institusi, perhitungan kebutuhan energi dan zat gizi pada situasi darurat, penetapan ALG (acuan label gizi), pengembangan indeks mutu konsumsi pangan, mengembangkan produk pangan olahan, dan kebutuhan lainnya.

Mengingat teori populer bahwa asupan energi berlebih adalah pendorong utama obesitas, penting untuk mengetahui apakah individu memiliki pemahaman tentang kandungan kalori makanan. Dalam hasil penelitian (Carels, Harper and Konrad, 2006), menggambarkan bahwa BMI tinggi terkait dengan kesalahan yang lebih besar dalam estimasi kalori pada mereka yang tidak berusaha menurunkan berat badan. Hasil menunjukkan bahwa hanya kelompok berat badan lebih yang tidak berusaha menurunkan berat badan melebihi-lebihkan kalori makanan setelah olahraga berat.

Direkomendasikan bahwa untuk mempertahankan berat badan yang normal, individu harus dapat menyesuaikan asupan energi dengan pengeluaran energi dengan benar. Dalam satu studi , dilaporkan bahwa orang dewasa memilih makanan pasca olahraga yang mengandung 2-3 kali jumlah kalori daripada yang dikeluarkan selama latihan intensitas sedang. Kesalahan yang diamati dalam estimasi kalori dapat membantu menjelaskan mengapa banyak orang dewasa berjuang keras dengan manajemen berat badan (Brown *et al.*, 2016).

DAFTAR PUSTAKA

- Amine, E. K. *et al.* 2003. 'Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases', *World Health Organization - Technical Report Series*, (916). doi: 10.1093/ajcn/60.4.644a.
- Brown, R. E. *et al.* 2016. 'Calorie Estimation in Adults Differing in Body Weight Class and Weight Loss Status', *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), pp. 521–526. doi: 10.1249/MSS.0000000000000796.
- Carels, R. A., Harper, J. and Konrad, K. 2006. 'Qualitative perceptions and caloric estimations of healthy and unhealthy foods by behavioral weight loss participants', *Appetite*, 46(2), pp. 199–206. doi: 10.1016/j.appet.2005.12.002.
- Haryanto, M. W. 2015. *Aplikasi Penghitung Kebutuhan Kalori Harian Dan Daftar Kandungan Kalori Bahan Makanan, Tugas Akhir.* UNIVERSITAS DIPONEGORO.
- Hooper, L. *et al.* 2015. 'Effects of total fat intake on body weight', *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015(8). doi: 10.1002/14651858.CD011834.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2019. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia.*, Kementerian Kesehatan RI. Indonesia.
- Te Morenga, L. A. *et al.* 2014. 'Dietary sugars and cardiometabolic risk: Systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of the effects on blood pressure and lipids', *American Journal of Clinical Nutrition*, 100(1), pp. 65–79. doi: 10.3945/ajcn.113.081521.
- Mozaffarian, D. *et al.* 2014. 'Global Sodium Consumption and Death from Cardiovascular Causes', *New England Journal of Medicine*, 371(7), pp. 624–634. doi: 10.1056/nejmoa1304127.
- Nishida, C. and Uauy, R. 2009. 'Who scientific update on health consequences of trans fatty acids: Introduction', *European Journal of Clinical Nutrition*. Nature Publishing Group, 63(Suppl 2), pp. S1-4. doi: 10.1038/ejcn.2009.13.
- Novita, I. E. A. and Sulistyanto, H. 2015. *PENGEMBANGAN APLIKASI UNTUK MENGETAHUI KEBUTUHAN JUMLAH KALORI*, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

- Robinson, E. *et al.* 2022. 'Calorie reformulation: a systematic review and meta-analysis examining the effect of manipulating food energy density on daily energy intake', *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. BioMed Central, 19(1), pp. 1–19. doi: 10.1186/s12966-022-01287-z.
- WHO. 2012. 'Guideline: Potassium intake for adults and children', in *Geneva*. Geneva.
- WHO. 2018. *Guideline: Sugars intake for adults and children*, World Health Organization. Geneva.

BAB 7

PREBIOTIK DAN PROBIOTIK

Oleh Ilmi Dewi Astuti

7.1 Pendahuluan

Konsep makanan fungsional diperkenalkan di Jepang selama tahun 1980-an, dan dapat didefinisikan sebagai "makanan atau bahan apa pun yang dapat memberikan manfaat kesehatan di luar fungsi tradisional yang sampai sekarang dikenal". Produk yang diklaim lebih sehat dan memiliki fungsi dan/atau khasiat kesehatan telah menjadi terkenal dalam penelitian dan pengembangan produk baru. Prebiotik dapat didefinisikan sebagai bahan makanan yang tidak dapat dicerna yang secara menguntungkan mempengaruhi tubuh dengan secara selektif merangsang pertumbuhan dan/atau aktivitas sejumlah bakteri di usus besar. Konsumsi prebiotik dan probiotik telah dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit tertentu.

7.2 Prebiotik

7.2.1 Definisi

Prebiotik sekarang didefinisikan sebagai "bahan fermentasi selektif yang memungkinkan perubahan spesifik, baik dalam komposisi dan/atau aktivitas mikroflora gastrointestinal, yang memberikan manfaat bagi kesejahteraan dan kesehatan inang" (Gibson, 2004)

Prebiotik adalah zat yang akan memodifikasi mikroflora kolon, merangsang proliferasi dan pertumbuhan bakteri non-patogen dengan potensi mempromosikan kesehatan, terutama Lactobacilli dan Bifidobacteria (Hooper, 2012). Beberapa contoh prebiotik antara lain fruktooligosakarida, galaktooligosakarida, arabinosa, galaktosa, inulin, rafinosa, manosa, laktulosa, stachyose, mannanoligosakarida, xylooligosakarida, palatinosa, laktosukrosa, glikooligosakarida, isomaltoligosakarida, oligosakarida kedelai.

Kriteria untuk mengklasifikasikan makanan sebagai prebiotik adalah:

- 1) Seharusnya tidak mengalami hidrolisis atau penyerapan di saluran pencernaan bagian atas;
- 2) Ketika mencapai usus besar, harus dimetabolisme secara selektif oleh sejumlah kecil bakteri menguntungkan;
- 3) Mampu mengubah mikroflora kolon menjadi flora bakteri yang lebih sehat;
- 4) Harus mampu menimbulkan efek fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan (Aggarwal, 2012)

Prebiotik dapat ditemukan di beberapa sayuran, seperti daun bawang, bawang bombay, sawi putih, tomat, asparagus, artichoke, pisang, dan alfalfa. Ini juga dapat ditambahkan ke produk industri seperti makanan untuk anak-anak, produk susu dan kembang gula, minuman, mayones ringan dan keju rendah lemak, dan dapat digunakan sebagai suplemen makanan (Nadeem, 2021). Prebiotik digunakan dalam industri makanan sebagai bahan fungsional dalam minuman (jus buah, kopi, kakao, teh, minuman ringan dan minuman beralkohol), produk susu (susu fermentasi, susu bubuk dan es krim), yogurt probiotik dan produk simbiosis. Aplikasi lain termasuk makanan penutup (misalnya, jeli, puding, es krim rasa buah), makanan manis (misalnya, permen), biskuit, sereal sarapan, cokelat, roti dan pasta, produk daging (misalnya, pasta ikan) dan tahu (Neffe-Skocin´ ska, 2021)

7.2.2 Jenis

1. *Fructooligosaccharides* (FOS)

Fructooligosaccharides (FOS) termasuk dalam kelompok oligosakarida dan diisolasi dari tanaman. Mereka terdiri dari tiga sampai sepuluh unit monosakarida bergabung dengan ikatan -glikosidik (1-2) antara fruktosa terminal dan glukosa (Tamine, 1995). FOS tersedia dalam beberapa makanan seperti pisang, bawang putih, bawang merah, tomat, gandum, asparagus, artichoke, daun bawang, madu, gandum hitam, gula merah, barley, triticale, bir, selada, sawi putih, burdock, bit, apel, umbi seperti merah lili, yacon dan oat, dengan bawang bombay sebagai makanan dengan tingkat FOS tertinggi.

2. **Inulin**

Inulin adalah polimer linier dengan ikatan β -glikosidik ($2 \rightarrow 1$) yang berasal dari D-fruktosa, termasuk dalam kelompok fruktan dan disintesis oleh berbagai tanaman (Roberfroid, 1993). Inulin adalah karbohidrat cadangan yang ditemukan di banyak tanaman. Banyak makanan manusia mengandung inulin, antara lain bawang merah menonjol sebagai makanan yang banyak dikonsumsi. Konsentrasi inulin pada setiap tanaman tergantung pada varietas, waktu antara pemanenan dan penggunaan serta kondisi penyimpanannya.

3. **Polydextrose (PDX)**

Polidekstrosa adalah polisakarida yang disintesis oleh polimerisasi acak glukosa dengan adanya sejumlah kecil sorbitol dan katalis asam (masing-masing sekitar 90 : 10 : 1) di bawah suhu tinggi dan vakum parsial (Murphy, 2001). Menurut Hara dkk. (2000), polidekstrosa adalah makanan serat yang tidak mudah difermentasi hanya 1,0 kkal/g; sangat stabil, memiliki viskositas rendah dan tersebar luas.

4. **Galactooligosaccharides (GOS)**

Galactooligosaccharides (GOS) juga termasuk di antara *non-digestible oligosaccharides* (NDOs). GOS terdiri dari molekul galaktosa yang terkait dengan laktosa, terdiri dari tri- hingga heksasakarida dengan 2-5 unit galaktosa yang dihubungkan oleh ikatan (Sako, 1999). Produksinya terjadi secara biokimia, ketika -galaktosidase bertindak sebagai enzim hidrolitik dan juga sebagai enzim kondensasi dalam reaksi yang disebut transgalaktosilasi.

5. **Xylooligosaccharides (XOS)**

Xylooligosaccharides (XOS) adalah oligomer gula tidak konvensional, dibentuk oleh unit xilosa, yang non-kalori dan tidak dapat dicerna oleh manusia. Mereka ditemukan dalam buah-buahan, sayuran, susu dan madu. XOS meningkatkan kualitas makanan, memberikan perubahan rasa dan karakteristik fisiko-kimia dan merangsang aktivitas *Bifidobacterium* di saluran usus (Prenosil, 1987).

6. *Lactulose*

Laktulosa adalah disakarida sintetis yang terdiri dari fruktosa dan galaktosa, yang terdapat dalam susu dan produk susu yang telah mengalami perlakuan panas (Nagendra, 1985). Selama degradasi, laktulosa menghasilkan pengasaman lingkungan usus dan penurunan pH, yang bertanggung jawab untuk memicu mekanisme yang menjelaskan aksinya pada ensefalopati portosistemik dan konstipasi.

7.2.3 Manfaat

1. *Fructooligosaccharides (FOS)*

Beberapa penelitian telah menunjukkan sifat fungsional FOS, seperti penurunan kadar kolesterol dan kadar glukosa darah, penurunan tekanan darah dan penyerapan kalsium dan magnesium yang lebih baik. FOS tidak dicerna oleh saluran pencernaan manusia, dan ketika mereka mencapai usus besar, mereka secara menguntungkan merangsang pertumbuhan dan penguatan bakteri tertentu di usus. Bifidobacteria mengeluarkan -fruktosidase, yang akan menjadi enzim yang bertanggung jawab untuk hidrolisis FOS (Coundray, 2003).

2. *Inulin*

Studi eksperimental telah menunjukkan bahwa penerapan inulin dan oligofruktosa bertindak sebagai faktor bifidogenik. Akibat penggunaannya, terjadi perangsangan sistem imun pejamu, penurunan kadar bakteri patogen di usus, pereda sembelit dan penurunan risiko osteoporosis akibat perangsangan penyerapan mineral, terutama kalsium. Dengan demikian, akan terjadi penurunan risiko aterosklerosis dengan menurunkan sintesis trigliserida dan asam lemak di hati serta menurunkan kadar senyawa tersebut dalam darah (Kaur, 2002)

3. *Polydextrose*

Dalam sebuah penelitian dengan manusia, polydextrose mendukung fungsi usus dan meningkatkan kemudahan buang air besar. Selain itu, menghambat peningkatan penyerapan glukosa di usus kecil, dan fermentasi di usus besar menghasilkan asam lemak rantai pendek yang mendukung

penurunan pH usus. Oleh karena itu, asupan harian 4 - 12 g polidekstrosa meningkatkan fungsi fisiologis tanpa menghasilkan efek samping (Jie, 2000).

4. *Galactooligosaccharides (GOS)*

Konsumsi GOS mempromosikan proliferasi bifidobacteria dan pengurangan bakteri yang memburuk, sehingga menyebabkan efek menguntungkan bagi kesehatan manusia, seperti detoksifikasi hati dengan pengurangan metabolit beracun; pencegahan diare patogen karena produksi asam lemak rantai pendek oleh bifidobacteria; bantuan dalam kasus sembelit; peningkatan toleransi laktosa; peningkatan mineralisasi tulang dan resistensi fraktur yang disebabkan oleh stimulasi penyerapan kalsium, yang mungkin dapat mengurangi risiko osteoporosis (Brouns, 2000)

5. *Xylooligosaccharides (XOS)*

Efek kesehatan dari *Xylooligosaccharides* terutama berfokus pada efek pada flora usus. Hasil diperoleh secara in vivo menggunakan tikus, dengan pertumbuhan *Bifidobacterium ssp* yang cukup besar. pada saluran cerna dan peningkatan total asam lemak rantai pendek pada sekum tikus. Pengujian pada manusia menunjukkan bahwa konsumsi XOS bermanfaat bagi flora usus, di mana xylobiose (X2) yang tertelan tidak diekskresikan dalam feses dan urin dalam waktu 24 jam setelah pemberian oral. Senyawa ini tidak dihidrolisis oleh air liur, pankreas dan jus lambung, yang menyarankan penggunaan XOS oleh bakteri usus (Suwa, 1999).

6. *Lactulose*

Studi menggunakan laktulosa telah menunjukkan bahwa itu berkontribusi pada peningkatan populasi bakteri menguntungkan di usus dengan mengorbankan bakteri pembusuk atau bakteri lain. Laktulosa telah banyak digunakan dalam pengobatan ensefalopati hepatic, menurunkan konsentrasi amonia dalam darah dan mencegah perkembangan patologi ini (Bouhnik, 1996)

7.3 Probiotik

7.3.1 Definisi

Probiotik didefinisikan sebagai 'mikroorganisme hidup yang bila diberikan dalam jumlah yang memadai memberikan manfaat kesehatan bagi tuan rumah' (FAO/WHO, 2002). Atau, probiotik telah didefinisikan sebagai suplemen pakan mikroba hidup yang secara menguntungkan mempengaruhi hewan inang dengan meningkatkan keseimbangan mikroba usus (Fuller, 1989) (Nagpal 2012).

7.3.2 Jenis

Probiotik biasanya ditambahkan ke makanan sebagai bagian dari proses fermentasi. Penekanan untuk kelangsungan hidup probiotik yang berkepanjangan dalam matriks makanan telah mengakibatkan perubahan fungsi dan kemanjuran produk makanan. Untuk memberikan manfaat kesehatan, bakteri probiotik harus tetap hidup dalam pembawa makanan dan bertahan dalam kondisi saluran pencernaan yang keras, dengan jumlah minimum 10⁶ CFU/g. Sifat pembawa makanan dapat mempengaruhi stabilitas mikroorganisme probiotik selama transit GI. Di bawah ini, tabel probiotik dengan *carrier* nya.

Tabel 7.1 : Detail produk sebagai pembawa (*carrier*) bagi probiotik

Pembawa (carrier)	Produk	Probiotic
Produk susu	Es krim <i>Whey drink</i> <i>Whey cheese</i> Keju rendah lemak Yogurt	<i>L.gaseri</i> <i>L.casei</i> <i>B.animalis</i> , <i>L.acidophilus</i> , <i>L.brevi</i> , <i>L.paracasei</i> <i>L.casei</i> <i>L. acidophilus</i>
Produk kedelai	Susu kedelai Keju krim kedelai Susu kedelai	<i>Lactobacillus</i> , <i>Bifidobacterium</i> <i>L.acidophilus</i> <i>L. acidophilus</i> , <i>L.gasseri</i>
Produk jus	Jus tomat Jus kubis Jus wortel	<i>L.casei</i> A4, <i>L.debrueckii</i> D7 <i>L.plantarum</i> , <i>L.acidophilus</i> <i>B. lactis</i> Bb-12, <i>B. Bifidum</i> B7.1

(Nagpal, 2012)

7.3.3 Manfaat

Sejak awal, probiotik telah dianggap bermanfaat bagi kesehatan mikrobiota usus, penelitian juga telah mengkonfirmasi hubungan positifnya dengan banyak penyakit kronis lainnya. Meskipun *Lactobacillus* adalah probiotik yang paling umum digunakan, banyak mikroba bermanfaat lainnya hadir, dan penggunaannya tergantung pada asal dan sifat ramah kesehatannya. Semua strain bakteri memiliki sifat spesifik; beberapa berguna dalam mengobati obesitas, beberapa mengobati diabetes mellitus (DM), beberapa membantu dengan CKD, dan beberapa mengatasi osteoporosis. Selain penyakit yang sangat umum ini, beberapa penelitian telah mengkonfirmasi peran menguntungkan probiotik dalam kasus autisme, sindrom iritasi usus besar (IBS), dan penyembuhan luka. Probiotik juga telah diteliti untuk meningkatkan kesehatan mulut dan memperkuat sistem imunologi [18-20]. Selain itu, mereka merupakan kontributor penting di bidang pertanian serta dalam pengolahan makanan. (Khani, 2012)

Bakteri asam laktat (BAL) paling sering memfermentasi buah, sayuran, dan sereal. Ini berdampak pada rasa, dan, ketika memfermentasi dedak padi, kecambah tauge, dan soba, ia juga menghasilkan komponen bioaktif yang bermanfaat untuk peradangan, kekebalan yang terganggu, ketidakseimbangan glikemik, dan kondisi kelelahan. (Sales-Campos, 2019)

1. Peranan Probiotik dalam inflamasi

Probiotik memainkan peran penting dalam mencegah dan memperbaiki penyakit seperti alergi, gangguan hati, penyakit usus, dan sindrom metabolik yang menyebabkan diabetes, penyakit kardiovaskular, dan obesitas. *Escherichia coli* dan LAB secara ekstensif digunakan untuk mengobati penyakit radang usus, kanker usus besar, dan konstipasi karena bakteri asam laktat secara langsung mengirimkan sitokin ke lokasi target di dalam pejamu (Behnsen, 2013).

2. Peranan probiotik dalam karies gigi

Probiotik BAL dalam keju tampaknya mengurangi jumlah streptokokus mutan dalam air liur dan karena itu memiliki dampak yang menguntungkan pada karies gigi; LAB dalam keju juga mencegah demineralisasi email dan plak gigi (Ranjha 2021)

3. Peranan probiotik dalam obesitas, diabetes, dan sindrom metabolik

Probiotik juga mencegah dan mengobati kondisi peradangan gastrointestinal seperti penyakit radang usus, sindrom iritasi usus, alergi, dan gangguan pernapasan (Tortora, 2013). Terbukti bahwa probiotik menunjukkan sifat anti-diabetes dan anti-inflamasi dan oleh karena itu memainkan peran penting dalam pencegahan dan pengobatan diabetes. Probiotik juga telah terbukti bermanfaat pada anak autisme, terutama untuk gangguan GIT yang disebabkan oleh gangguan ini. Kepadatan mineral tulang juga telah terbukti dipengaruhi oleh mikroba usus ini, karena mikroba ini menyebabkan peningkatan penyerapan berbagai nutrisi dan mineral.

Probiotik memiliki efek positif pada sistem kekebalan inang dan terbukti mempengaruhi bakteri sehat yang ada di usus atau usus. Probiotik meningkatkan sistem kekebalan dengan memodifikasi respon imun humoral dan seluler (Dhama, 2011).

DAFTAR PUSTAKA

- Gibson GR, Probert HM, Loo VJ, Rastall RA, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutr Res Rev.* 2004;17(2):259-75
- Hooper LV, Littman DR, Macpherson AJ. Interactions between the microbiota and the immune system. *Science.* 2012;336(6086):1268-73.
- Aggarwal, J.; Swami, G.; Kumar, M. Probiotics and their effects on metabolic diseases: An update. *J. Clin. Diagn. Res.* 2012, 7,173-177
- Nadeem, H.R.; Akhtar, S.; Ismail, T.; Sestili, P.; Lorenzo, J.M.; Ranjha, M.M.A.N.; Jooste, L.; Hano, C.; Aadil, R.M. Heterocyclic aromatic amines in meat: Formation, isolation, risk assessment, and inhibitory effect of plant extracts. *Foods* 2021, 10, 1466
- Neffe-Skocin´ ska, K.; Rzepkowska, A.; Szydłowska, A.; Kołoz'yn-Krajewska, D. Trends and possibilities of the use of probiotics in food production. In *Alternative and Replacement Foods*; Academic Press: Amsterdam, The Netherlands, 2018; ISBN 9780128114469.
- A. Tamine, V. Marshall and R. Robinson, "Microbiological and Technological Aspects of Milks Fermented by Bifidobacteria," *Journal of Dairy Research*, Vol. 62, No. 1, 1995, pp. 151-187. doi:10.1017/S002202990003377X
- M. B. Roberfroid, "Dietary Fiber, Inulin, and Oligofructose: A Review Comparing Their Physiological Effects," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 33, No. 2, 1993, pp. 103-148. doi:10.1080/10408399309527616
- O. Murphy, "Non-polyol Low-digestible Carbohydrates: Food Applications and Functional Benefits," *The British Journal of Nutrition*, Vol. 85, No. supplement 1, 2001, pp. S47-S53. doi:10.1079/BJN2000261
- H. Hara, T. Suzuki and Y. Aoyama, "Ingestion of the Soluble Dietary Fibre, Polydextrose, Increases Calcium Absorption and Bone Mineralization in Normal and Total- gastrectomized Rats," *The British Journal of Nutrition*, Vol. 84, No. 5, 2000, pp. 655-661.

- T. Sako, K. Matsumoto and R. Tanaka, "Recent Progress on Research and Applications of Nondigestible Galactooligosaccharides," *International Dairy Journal*, Vol. 9, No. 1, 1999, pp. 69-80. doi:10.1016/S0958-6946(99)00046-1.
- J. E. Prenosil, E. Stuker and J. R. Bourne, "Formation of Oligosaccharides during Enzymatic Lactose Hydrolysis and Their Importance in a Whey Hydrolysis Process: Part II: Experimental," *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. 30, No. 9, 1987, pp. 1026-1031. doi:10.1002/bit.260300905
- R. Nagendra, S. Viswanatha, S. Arun Kumar, B. Krishna Murthy and S. Venkat Rao, "Effect of Feeding Milk Formula Containing Lactulose to Infants on Faecal Bifidobacterial Flora," *Nutrition Research*, Vol. 15, No. 1, 1995, pp. 15-24. doi:10.1016/0271-5317(95)91649-W
- C. Coudray, C. Demigne and Y. Rayssiguier, "Effects of Dietary Fiber on Magnesium Absorption in Animals and Humans," *The Journal of Nutrition*, Vol. 133, No. 1, 2003, pp. 1-4.
- N. Kaur and A. K. Gupta, "Applications of Inulin and Oligofructose in Health and Nutrition," *Journal of Bioscience*, Vol. 27, No. 7, 2002, pp. 703-714. doi:10.1007/BF02708379
- Z. Jie, L. Bang-Yao, X. Ming-Jie, L. Hai-Wei, Z. Zu-Kang, W. Ting-Song and S. A. Craig, "Studies on the Effects of Polydextrose Intake on Physiologic Functions in Chinese People," *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 72, No. 6, 2000, pp. 1503-1509.
- F. Brouns and C. Vermeer, "Functional Food Ingredients for Reducing the Risks of Osteoporosis," *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 11, No. 1, 2000, pp. 22-33. doi:10.1016/S0924-2244(99)00052-7
- Y. Suwa, K. Koga, S. Fujikawa, M. Okazaki, T. Irie and T. Nakada, "Bifidobacterium Bifidum Proliferation Promotion Composition Containing Xylooligosaccharide," USA Patent US 5939309, 1999.
- Y. Bouhnik, "Effects of Fructooligosaccharides Ingestion on Fecal Bifidobacteria and Selected Metabolic Indexes of Colon Carcinogenesis in Healthy Humans," *Nutrition and Cancer*, Vol. 26, No. 1, 1996, pp. 21-29. doi:10.1080/01635589609514459

- FAO/WHO. 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in foods. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Expert Consultation Report. Food and Agricultural Organization of the United Nations and World Health Organization Working Group Report (online).
- Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals. *J Appl. Bacteriol* 66: 65–378.
- Nagpal, R., Kumar, A., Kumar, M., Behare, P. V., Jain, S., & Yadav, H. 2012. Probiotics, their health benefits and applications for developing healthier foods: a review. *FEMS microbiology letters*, 334(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2012.02593.x>
- Khani, S.; Hosseini, H.M.; Taheri, M.; Nourani, M.R.; Fooladi, A.A.I. Probiotics as an alternative strategy for prevention and treatment of human diseases: A review. *Inflamm. Allergy-Drug Targets* 2012, 11, 79–89
- Sales-Campos, H.; Soares, S.C.; Freire, C.J. An introduction of the role of probiotics in human infections and autoimmune diseases. *Crit. Rev. Microbiol.* 2019, 45, 413–432.
- Sales-Campos, H.; Soares, S.C.; Freire, C.J. An introduction of the role of probiotics in human infections and autoimmune diseases. *Crit. Rev. Microbiol.* 2019, 45, 413–432.
- Ranjha, M.M.A.N.; Shafique, B.; Batool, M.; Kowalczewski, P.Ł.; Shehzad, Q.; Usman, M.; Manzoor, M.F.; Zahra, S.M.; Yaqub, S.; Aadil, R.M. Nutritional and Health Potential of Probiotics: A Review. *Appl. Sci.* 2021, 11, 11204. <https://doi.org/10.3390/app11231120>
- Tortora, A.; Gabrielli, M. The role of intestinal microbiota and the immune system. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2013, 17, 323–333.
- Gibson GR, Probert HM, Loo VJ, Rastall RA, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutr Res Rev.* 2004;17(2):259-75
- Hooper LV, Littman DR, Macpherson AJ. Interactions between the microbiota and the immune system. *Science.* 2012;336(6086):1268-73.

- Aggarwal, J.; Swami, G.; Kumar, M. Probiotics and their effects on metabolic diseases: An update. *J. Clin. Diagn. Res.* **2012**, *7*, 173–177
- Nadeem, H.R.; Akhtar, S.; Ismail, T.; Sestili, P.; Lorenzo, J.M.; Ranjha, M.M.A.N.; Jooste, L.; Hano, C.; Aadil, R.M. Heterocyclic aromatic amines in meat: Formation, isolation, risk assessment, and inhibitory effect of plant extracts. *Foods* **2021**, *10*, 1466
- Neffe-Skocin´ ska, K.; Rzepkowska, A.; Szydłowska, A.; Kołoz'yn-Krajewska, D. Trends and possibilities of the use of probiotics in food production. In *Alternative and Replacement Foods*; Academic Press: Amsterdam, The Netherlands, 2018; ISBN 9780128114469.
- A. Tamine, V. Marshall and R. Robinson, "Microbiological and Technological Aspects of Milks Fermented by Bifidobacteria," *Journal of Dairy Research*, Vol. 62, No. 1, 1995, pp. 151-187. doi:10.1017/S002202990003377X
- M. B. Roberfroid, "Dietary Fiber, Inulin, and Oligofructose: A Review Comparing Their Physiological Effects," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 33, No. 2, 1993, pp. 103-148. doi:10.1080/10408399309527616
- O. Murphy, "Non-polyol Low-digestible Carbohydrates: Food Applications and Functional Benefits," *The British Journal of Nutrition*, Vol. 85, No. supplement 1, 2001, pp. S47-S53. doi:10.1079/BJN2000261
- H. Hara, T. Suzuki and Y. Aoyama, "Ingestion of the Soluble Dietary Fibre, Polydextrose, Increases Calcium Absorption and Bone Mineralization in Normal and Total- gastrectomized Rats," *The British Journal of Nutrition*, Vol. 84, No. 5, 2000, pp. 655-661.
- T. Sako, K. Matsumoto and R. Tanaka, "Recent Progress on Research and Applications of Nondigestible Galacto- oligosaccharides," *International Dairy Journal*, Vol. 9, No. 1, 1999, pp. 69-80. doi:10.1016/S0958-6946(99)00046-1.
- J. E. Prenosil, E. Stuker and J. R. Bourne, "Formation of Oligosaccharides during Enzymatic Lactose Hydrolysis and Their Importance in a Whey Hydrolysis Process: Part II: Experimental," *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. 30, No. 9, 1987, pp. 1026-1031. doi:10.1002/bit.260300905

- Mahendra R. Nagendra, S. Viswanatha, S. Arun Kumar, B. Krishna Murthy and S. Venkat Rao, "Effect of Feeding Milk Formula Containing Lactulose to Infants on Faecal Bifidobacterial Flora," *Nutrition Research*, Vol. 15, No. 1, 1995, pp. 15-24. doi:10.1016/0271-5317(95)91649-W
- C. Coudray, C. Demigne and Y. Rayssiguier, "Effects of Dietary Fiber on Magnesium Absorption in Animals and Humans," *The Journal of Nutrition*, Vol. 133, No. 1, 2003, pp. 1-4.
- N. Kaur and A. K. Gupta, "Applications of Inulin and Oligofructose in Health and Nutrition," *Journal of Bioscience*, Vol. 27, No. 7, 2002, pp. 703-714. doi:10.1007/BF02708379
- Z. Jie, L. Bang-Yao, X. Ming-Jie, L. Hai-Wei, Z. Zu-Kang, W. Ting-Song and S. A. Craig, "Studies on the Effects of Polydextrose Intake on Physiologic Functions in Chinese People," *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 72, No. 6, 2000, pp. 1503-1509.
- F. Brouns and C. Vermeer, "Functional Food Ingredients for Reducing the Risks of Osteoporosis," *Trends in Food Science and Technology*, Vol. 11, No. 1, 2000, pp. 22-33. doi:10.1016/S0924-2244(99)00052-7
- Y. Suwa, K. Koga, S. Fujikawa, M. Okazaki, T. Irie and T. Nakada, "Bifidobacterium Bifidum Proliferation Promotion Composition Containing Xylooligosaccharide," USA Patent US 5939309, 1999.
- Y. Bouhnik, "Effects of Fructooligosaccharides Ingestion on Fecal Bifidobacteria and Selected Metabolic Indexes of Colon Carcinogenesis in Healthy Humans," *Nutrition and Cancer*, Vol. 26, No. 1, 1996, pp. 21-29. doi:10.1080/01635589609514459
- FAO/WHO. 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in foods. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Expert Consultation Report. Food and Agricultural Organization of the United Nations and World Health Organization Working Group Report (online).
- Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol* 66: 65-378.
- Nagpal, R., Kumar, A., Kumar, M., Behare, P. V., Jain, S., & Yadav, H. 2012. Probiotics, their health benefits and applications for developing healthier foods: a review. *FEMS microbiology letters*, 334(1), 1-15. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2012.02593.x>

- Khani, S.; Hosseini, H.M.; Taheri, M.; Nourani, M.R.; Fooladi, A.A.I. Probiotics as an alternative strategy for prevention and treatment of human diseases: A review. *Inflamm. Allergy-Drug Targets* **2012**, *11*, 79–89
- Sales-Campos, H.; Soares, S.C.; Freire, C.J. An introduction of the role of probiotics in human infections and autoimmune diseases. *Crit. Rev. Microbiol.* **2019**, *45*, 413–432.
- Sales-Campos, H.; Soares, S.C.; Freire, C.J. An introduction of the role of probiotics in human infections and autoimmune diseases. *Crit. Rev. Microbiol.* **2019**, *45*, 413–432.
- Ranjha, M.M.A.N.; Shafique, B.; Batool, M.; Kowalczewski, P.Ł.; Shehzad, Q.; Usman, M.; Manzoor, M.F.; Zahra, S.M.; Yaqub, S.; Aadil, R.M. Nutritional and Health Potential of Probiotics: A Review. *Appl. Sci.* **2021**, *11*, 11204. <https://doi.org/10.3390/app112311204>
- Tortora, A.; Gabrielli, M. The role of intestinal microbiota and the immune system. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* **2013**, *17*, 323–333.

BAB 8

PENYAKIT KELEBIHAN GIZI

Oleh Rahmawati

8.1 Pendahuluan

Dahulu berat badan berlebih sering diidentikkan dengan kemakmuran. Seiring berjalannya waktu, berat badan berlebih dikaitkan *image* tubuh dan pada akhirnya orang sadar bahwa kondisi tersebut menyebabkan terjadinya suatu penyakit (Saraswati and Dieny, 2012).

Overweight dan obesitas adalah kondisi peningkatan berat badan disebabkan karena kelebihan gizi yaitu asupan karbohidrat dan lemak. Kondisi tersebut terjadi akibat terjadinya pergeseran pola makan dan pola hidup, yaitu terjadi pergeseran pola makan traditional yang tinggi serat, rendah karbohidrat, dan rendah lemak ke pola makan modern yang tinggi lemak, tinggi karbohidrat dan rendah serat. Bila kondisi tersebut tidak segera diperbaiki dengan pola makan yang sehat, maka dapat timbul terjadinya berbagai penyakit degeneratif seperti diabetes mellitus, penyakit kardiovaskuler, kanker berkaitan dengan hipertensi, dislipidemia, bahkan neurodegenatif (Saraswati and Dieny, 2012; Jia *et al.*, 2014; Prananta, 2015; Verdile *et al.*, 2015; Kawser Hossain *et al.*, 2016; Al Rahmad, 2019; Guha *et al.*, 2021). Oleh karena itu, pada Bab 8 ini penulis akan membahas kaitan kelebihan gizi, obesitas dengan berbagai penyakit degeneratif.

8.2 Kelebihan Gizi dengan Obesitas

Asupan gizi berlebih adalah suatu keadaan yang ditandai dengan ketidakseimbangan antara asupan energi dengan keluaran energi (*energi expenditure*) sehingga terjadi kelebihan energi. Kelebihan energi disebabkan karena asupan energi yang tinggi sementara keluaran energi yang rendah. Hal ini karena adanya asupan makanan yang berlebih, sedangkan keluaran energi rendah disebabkan oleh rendahnya metabolisme tubuh, aktifitas fisik dan efek termogenesis makanan. Efek termogenesis makanan di tentukan oleh

komposisi makanan. Adapun sumber energi terdiri dari karbohidrat, protein, dan lemak. Apabila asupan energi lebih dari yang dibutuhkan, maka akan disimpan menjadi lemak di dalam tubuh (Setyawati and Rimawati, 2016).

Metabolisme lemak dalam tubuh dicerna untuk menghasilkan gliserol dan asam lemak (trigliserida). Beberapa lemak diregenerasi di hati dan disimpan di jaringan adiposa. Lainnya diubah menjadi asetil-KoA melalui siklus asam trikarboksilat (TCA) untuk menghasilkan energi. Gliserol dapat diubah menjadi glukosa atau KoA untuk menghasilkan energi, tetapi tanpa energi siklus TCA, asetil-KoA tidak masuk ke siklus TCA, tetapi digunakan untuk membentuk asam lemak (trigliserida). Asam lemak ini menumpuk di jaringan adiposa (jaringan lemak) (Almatsier, 2010).

Terdapat 2 tipe jaringan adiposa pada tubuh, yaitu jaringan adiposa putih dan jaringan adiposa cokelat. Jaringan adiposa putih berfungsi sebagai otokrin, parakrin, dan endokrin (dalam otak, otot, hati, pembuluh darah, ginjal, tulang, dan lainnya). Sedangkan, jaringan adiposa cokelat berfungsi meregulasi thermogenesis dalam tubuh menjadi respons terhadap asupan makanan dan suhu dingin (Siddiqui *et al.*, 2013; Paleva, 2019).

Konsumsi karbohidrat melebihi kebutuhan juga tidak baik bagi tubuh. Nasreddine *et al.*, (2010) menyatakan bahwa konsumsi energi yang berasal dari karbohidrat secara signifikan menyebabkan peningkatan prevalensi gizi lebih. Di dalam tubuh, karbohidrat disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan otot. Asupan karbohidrat yang melebihi kebutuhan, maka kapasitas hati dan otot menyimpan karbohidrat dalam bentuk glikogen menjadi terbatas. Akibatnya, kelebihan karbohidrat di hati dan otot akan disimpan dalam bentuk lemak di jaringan lemak (Almatsier, 2011).

Salah satu makanan pemicu penumpukan lemak adalah *junk food*. *Junk food* adalah jenis makanan yang dikonotasikan sebagai makanan yang berkualitas gizi rendah. Makanan ini biasanya mengandung tinggi kalori dan kadar lemak dengan tambahan bumbu-bumbu yang tinggi kadar garam dan zat pengawet sehingga menimbulkan sensasi yang lezat di lidah serta dibungkus menarik dalam kemasan cepat saji (*fast food*). Ironisnya, makanan ini

rendah serat (Handajani *et al.*, 2009; Setyawati and Rimawati, 2016).

Asupan serat yang rendah menyebabkan lebih sedikit asam empedu yang diekskresikan dalam feses, menyebabkan lebih banyak kolesterol diabsorpsi kembali dari sisa empedu. Setelah itu, kolesterol semakin banyak yang beredar dalam darah, kemudian menumpuk di pembuluh darah, dan menyumbat aliran darah. Ketika konsumsi makanan berlemak dan kolesterol tinggi yang tidak diimbangi dengan konsumsi serat yang tepat dapat menyebabkan penumpukan lemak dan akhirnya menjadi kelebihan berat badan atau overweight (King *et al.*, 2005; Almatsier, 2010; Sari and Panunggal, 2013).

Overweight merupakan permulaan dari kegemukan atau obesitas. Diketahui bahwa obesitas menjadi salah satu faktor utama dari peningkatan penyakit tidak menular secara global. Prevalensi obesitas sentral di Indonesia pada umur 15 tahun ke atas secara signifikan meningkat dari tahun 2007, 2013, sampai 2018 masing-masing sebesar 18,8%, 26,6% dan 31,0% (Adnyana *et al.*, 2021).

Obesitas dialami oleh banyak anak-anak dan orang dewasa. Risiko berat badan berlebih secara permanen meningkat seiring bertambahnya usia dan tingkat obesitas. Anak berusia 11 tahun yang kelebihan gizi 2 kali lebih mungkin untuk tetap memiliki berat badan berlebih pada usia 15 tahun dibandingkan dengan anak berusia 7 tahun yang juga kelebihan gizi. Risiko menjadi gemuk di masa kanak-kanak dan tetap gemuk di masa dewasa juga dipengaruhi oleh riwayat keluarga. Jika salah satu orang tua mengalami obesitas, odds ratio anak yang menjadi obesitas di masa dewasa adalah 3, tetapi jika kedua orang tua obesitas, rasio ini meningkat menjadi 10 (Nelson, 2013).

Obesitas berbahaya bagi kesehatan ketika lemak yang berlebih didistribusikan ke seluruh tubuh bagian atas, termasuk perut, dada, leher, dan wajah. Berdasarkan hal tersebut, obesitas dibagi menjadi lemak tipe apel (terutama dalam bentuk adiposit besar dan jenuh) dan lemak tipe pir (terutama dalam bentuk adiposit kecil dan tak jenuh) (Prananta, 2015).



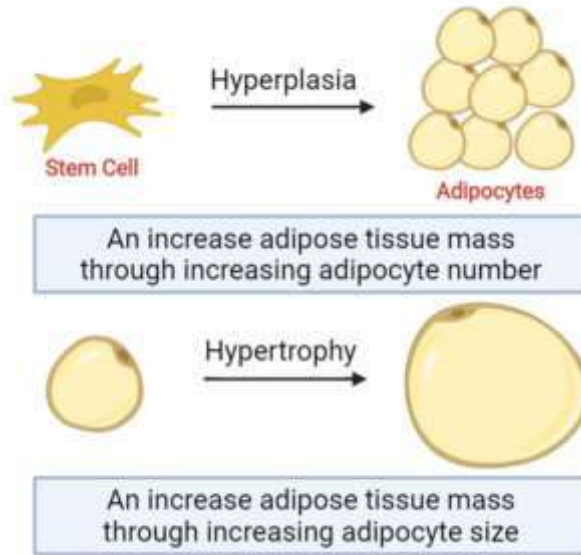
Gambar 8.1 : Penggolongan obesitas
(Sumber: <https://womenshealth.obgyn.msu.edu>)

8.3 Dampak dari Obesitas

Beberapa studi menunjukkan bahwa obesitas adalah faktor risiko utama pemicu penyakit degeneratif. Risiko yang paling rendah jika seseorang mempunyai nilai IMT 21-25, risiko meningkat sedikit jika nilai IMT 25-27, risiko nyata jika IMT 27-30, jika IMT >30 maka dinyatakan sebagai risiko sangat nyata. Pada umumnya, beberapa cara menyebabkan obesitas memperberat penyakit diantaranya (Prananta, 2015):

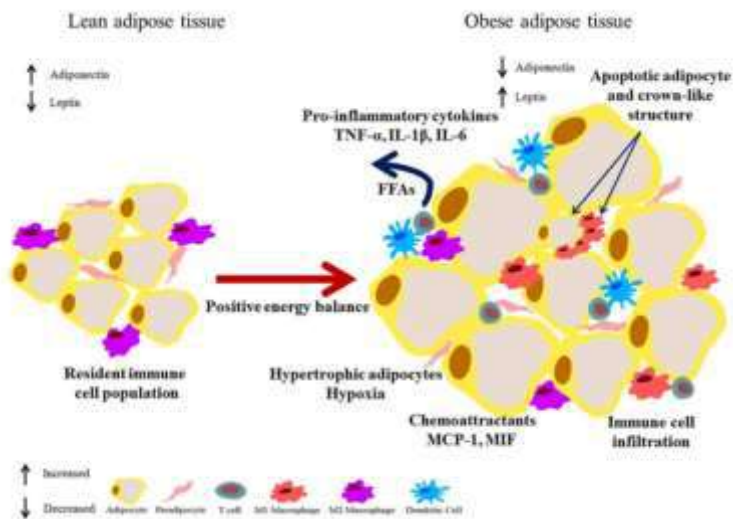
1. Perubahan metabolisme

Selama periode kelebihan kalori dan penggunaan energi yang kurang, maka akan terjadi ketidakseimbangan energi, ukuran adiposit (sel lemak) menjadi membesar (hipertrofi) (Prananta, 2015), dan jika berlangsung lama terjadi penambahan jumlah adiposit (hiperplasia) pada jaringan adiposa (Al-Mansoori *et al.*, 2022). Diketahui bahwa jaringan adiposa memiliki kemampuan untuk membesar dan elastis. Adanya kemampuan untuk membesar memungkinkan jaringan adiposa menyimpan adiposit dengan cara hipertrofi maupun hiperplasia (Kershaw and Flier, 2004).



Gambar 8.2 : Kondisi adiposit pada obesitas
(Al-Mansoori *et al.*, 2022)

Kondisi adiposit yang hipertrofi, akan merangsang adiposit lainnya menjadi adiposit yang hiperplasia. Jika proses hipertrofi dan hyperplasia sudah melampaui batas, maka adiposit akan memenuhi jaringan non-adiposa (otot, hati, pankreas, ginjal, dan tulang) (Kershaw and Flier, 2004). Adiposit yang hipertrofi kemudian mengalami proses diferensiasi dari sel precursor (preadiposit) menjadi adiposit yang matang (mature). Jaringan adiposa kemudian menjadi inflamasi 'radang'. Akibatnya, menyebabkan penambahan volume dan jumlah sel adiposit yang mensekresi molekul seperti *Monocyte Chemoattractant Protein-1* (MCP-1). Molekul MCP-1 memperantarai hadirnya sel-sel imun lain ke dalam jaringan adiposa. Selain itu, terdapat infiltrasi sel imun yang kemudian meningkatkan kondisi proinflamasi sehingga diferensiasi preadiposit gagal sehingga sel adiposit kehilangan fungsi fisiologisnya (Mukhtar, 2012; Paleva, 2019).



Gambar 8.3 : Proses inflamasi yang terjadi di jaringan adiposa pada obesitas. (McArdle *et al.*, 2013).

Mediator proinflamasi seperti TNF- α , IL- β dan IL-6 oleh sel adiposit, preadiposit dan infiltrasi sel imun berdampak pada aktivasi makrofag menjadi fenotip proinflamasi M1 dan mengarahkan populasi sel T. Adiposit yang hipertrofi mengalami disfungsi dan bersifat sangat lipolitik akan menghasilkan asam lemak bebas (FFA) yang berlebihan dan menurunkan sekresi adipokin pada sirkulasi. Sekresi adipokin yang menurun akan meningkatkan leptin dan resistin, namun menurunkan sekresi adiponectin (Jo *et al.*, 2009; Virtue and Vidal-Puig, 2010). Kondisi adiposit yang mengalami hipertrofi selanjutnya menyebabkan hipoksia lokal pada Retikulum Endoplasma (RE) sel, selain kematian adiposit, dan infiltrasi makrofag (Gambar 8.3) (Tchernof and Després, 2013).

Dalam kondisi normal, *adiposity* berperan dalam pelepasan banyak hormon dan faktor lain yang beredar melalui sinyal tubuh ke sistem muskuloskeletal, pankreas, hati, jantung, kelenjar adrenal, dan sistem saraf pusat. Selain fungsi endokrin, lemak ini sebagai organ kekebalan tubuh. Beberapa peneliti bahkan mengklaim bahwa adiposit lebih penting sebagai sistem kekebalan

tubuh (Mukhtar, 2012). Di sisi lain, pada obesitas, produksi oksida nitrat (NO) yang meningkat dan pembentukan turunan peroksinitrit (ONOO) yang akhirnya memisahkan IRS1 dari aktivasi P3K dan Akt. Ini adalah kunci untuk translokasi transporter glukosa (GLUT4) ke permukaan sel dan aktivasi transport glukosa dalam miosit, sehingga terjadi resistensi insulin (Paleva, 2019).

Resistensi insulin merupakan gangguan penyerapan glukosa pada otot dan terjadi peningkatan produksi glukosa di hati sehingga menyebabkan hiperglikemia, baik dalam keadaan post prandial maupun keadaan puasa. Resistensi insulin ini juga dapat mempengaruhi fungsi organ lainnya, seperti otak (peningkatan asupan kalori), pankreas (penurunan massa sel beta), tulang (penurunan massa dan kekuatan tulang), dan pembuluh darah (terjadi hipertensi dan penyempitan pembuluh darah/vasokonstriksi) (Ye, 2007). Pada kasus obesitas, tubuh menjadi kurang responsif terhadap insulin, padahal secara normal ketika setelah makan, hormon insulin disekresi oleh pankreas untuk mengontrol glukosa darah dan meningkatkan uptake glukosa untuk mempertahankan homeostasis glukosa dalam keadaan normal (Prentki and Nolan, 2006; Castro *et al.*, 2014). Resistensi insulin inilah yang mendasari berbagai penyakit degeneratif terutama penyakit diabetes mellitus tipe 2 (Paleva, 2019).

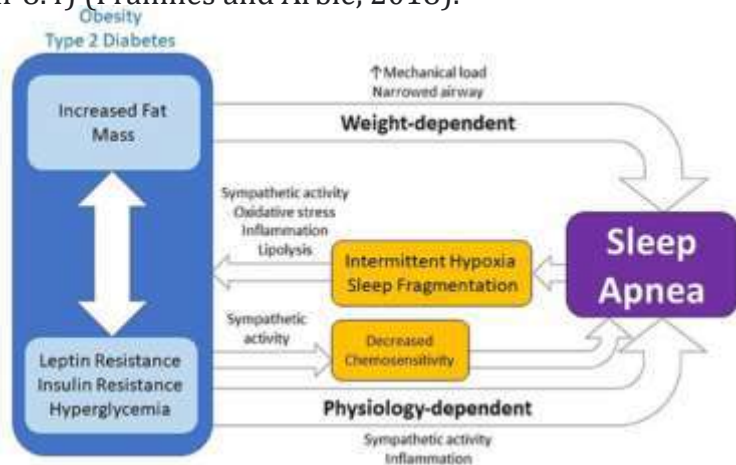
2. Meningkatnya massa

Asupan gizi yang berlebih menyebabkan meningkatnya berat badan yang kemudian terjadi gangguan struktur tubuh, sehingga sel mengalami kerusakan dan terjadi penyakit termasuk osteoarthritis dan obstructive sleep apnea (Prananta, 2015).

Osteoarthritis terjadi sebagai efek mekanisme akibat mengalami obesitas. Adapun kondisi yang dialami seperti osteoarthritis pada sendi, vena varikosa, kesulitan bernafas (Masrul, 2018). Sedangkan, *Obstructive Sleep Apnea* (OSA) adalah terjadinya kelainan respiratorik kronis yang ditandai oleh kondisi apnea dan hypopnea karena obstruksi saluran napas saat tidur. Obstructive sleep apnea (OSA) adalah kelainan bagian dari sleep disorder breathing syndrome yang kompleks. Pasien dengan OSA umumnya memiliki berat badan berlebih atau obesitas yang adalah faktor risiko utama terjadinya OSA, hal ini karene berkaitan dengan IMT, lemak visceral,

dan lingkaran leher sebagai prediktor utama dalam ekspresi klinis OSA (Carter and Watenpaugh, 2008). Selain itu, gangguan metabolik, seperti intoleransi glukosa, resistensi insulin dan dislipidemia juga terjadi yang merupakan faktor risiko utama penyakit degeneratif seperti kardiovaskular. Kejadian OSA terjadi pada lebih dari 40% individu dengan kondisi IMT $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ atau adanya sindrom metabolik pada individu (Svatikova *et al.*, 2005; Mukhlis and Bakhtiar, 2015).

Sleep apnea juga menghasilkan hipoksia intermiten dan fragmentasi tidur yang menyebabkan dan memperburuk obesitas dan penyakit degeneratif seperti diabetes tipe 2 dengan meningkatkan aktivitas simpatik, stres oksidatif, peradangan, dan lipolisis. Selain itu, penyakit metabolik dapat menyebabkan, atau memperburuk sleep apnea melalui mekanisme yang bergantung pada berat badan dan fisiologis. Sementara mekanisme yang bergantung pada berat badan adalah fungsi dari peningkatan fisik dalam massa tubuh atau massa lemak (misalnya peningkatan beban mekanis, penyempitan saluran napas), mekanisme yang bergantung pada fisiologi adalah perubahan fisiologis yang bersamaan dengan obesitas atau diabetes yang kemudian memengaruhi kemosensitivitas dan sleep apnea baik langsung atau melalui aksi pada aktivitas simpatis, inflamasi, atau mekanisme lain (Gambar 8.4) (Framnes and Arble, 2018).



Gambar 8.4 : Kaitan sleep apnea dengan sindrom metabolik. (Framnes and Arble, 2018)

3. Jenis sel lemak yang berbahaya

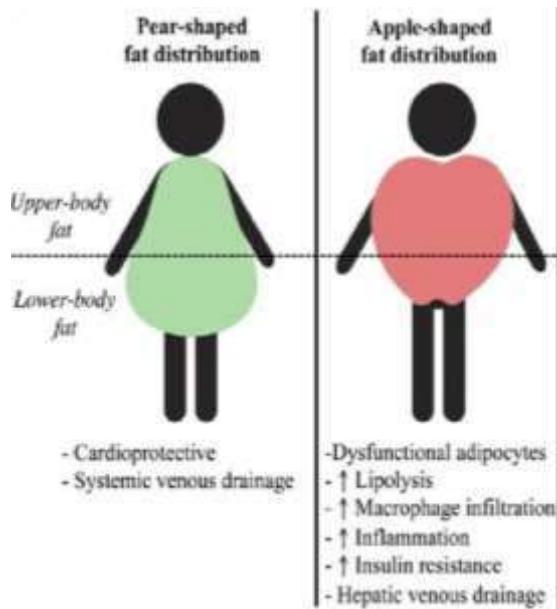
Jaringan Adiposa Putih (JAP) memainkan peran penting dalam menyediakan isolasi, dukungan mekanis, penyimpanan energi dan homeostasis asam lemak seluruh tubuh. Ketika ada kelebihan gizi, JAP menyimpan asam lemak bebas (FFA) dalam bentuk trigliserida melalui esterifikasinya menjadi gliserol, dan melepaskannya kembali ke sirkulasi darah ketika dalam keadaan kekurangan energi. Jaringan ini merupakan sumber utama FFA dalam keadaan puasa postprandial untuk produksi energi melalui fosforilasi oksidatif ikatan energi tinggi adenosin trifosfat (ATP). Meskipun demikian, jaringan ini berkaitan dengan meningkatnya prevalensi obesitas dan penyakit degeneratif yang terkait dengan IMT yang tinggi, seperti diabetes, gangguan muskuloskeletal, beberapa jenis kanker dan penyakit kardiovaskular (CVDs) (Adamczak and Wiecek, 2013); WHO, 2014).

JAP tersebar di seluruh tubuh menjadi lemak subkutan dan visceral sebagai deposit utama (Ibrahim, 2010). Jaringan adiposa subkutan (JAS) terutama terakumulasi di bawah kulit di daerah perut, gluteus dan femoralis, dan mewakili sekitar 80% lemak tubuh, sedangkan jaringan adiposa visceral (JAV) didistribusikan dekat atau bahkan di dalam lemak rongga perut, dan menyumbang hingga 10-20% da total lemak pada pria dan 5-8% pada wanita. JAV akan meningkat seiring bertambahnya usia pada kedua jenis kelamin (Wajchenberg, 2000; Ouchi *et al.*, 2011).

Depot JAS adalah penyimpanan energi alami, tetapi jika melampaui kapasitas penyimpanan atau kemampuan untuk menghasilkan adiposity baru terganggu, maka lemak mulai menumpuk di area ini (Ibrahim, 2010). Baik JAS maupun JAV adalah jenis sel lemak yang berbahaya. Berdasarkan klasifikasi menurut distribusi lemak, individu yang 'berbentuk apel' memiliki obesitas perut bagian atas, sentral atau android (lemak visceral) yang terdistribusi pada daerah perut dan bagian atas dari tubuh, memiliki risiko penyakit degeneratif seperti kardiovaskuler yang lebih besar, dibandingkan dengan individu yang 'berbentuk buah pir' dengan gluteoformal, obesitas perifer atau ginoid (lemak subkutan) di sekitar paha dan panggul, sebab kedua jenis depot lemak ini memiliki jenis deposit, fungsi endokrin, aktivitas lipolitik,

dan respon terhadap insulin lainnya yang berbeda (Gambar 8.5) (Ibrahim, 2010; Prananta, 2015; Feijóo-Bandín *et al.*, 2016).

JAV mengandung lebih banyak adiposity dengan jumlah reseptor β -adrenergik yang lebih besar pada permukaan sel dibandingkan dengan JAS. JAV menyebabkan aktivitas lipolitik yang lebih tinggi karena pengikatan katekolamin pada reseptor β -adrenergik dan sensitivitas yang lebih rendah terhadap anti-lipolitik insulin (resistensi insulin yang diinduksi katekolamin), dengan peningkatan pengiriman FFA ke dalam aliran darah dan jaringan sekitarnya (Giorgino *et al.*, 2005; Canello *et al.*, 2006).



Gambar 8.5 : Perbedaan risiko kejadian penyakit pada jenis sel lemak. (Feijóo-Bandín *et al.*, 2016)

8.4 Risiko Mendapat Penyakit Akibat Obesitas, Kaitannya dengan Kelebihan Gizi

Kelebihan gizi ditambah dengan aktivitas fisik yang kurang adalah pemicu terjadinya peningkatan lemak dalam tubuh sehingga menyebabkan kelebihan berat badan (*overweight*) dan selanjutnya terjadi obesitas. Obesitas adalah faktor utama terjadinya penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperlipidemia, hiperglikemia,

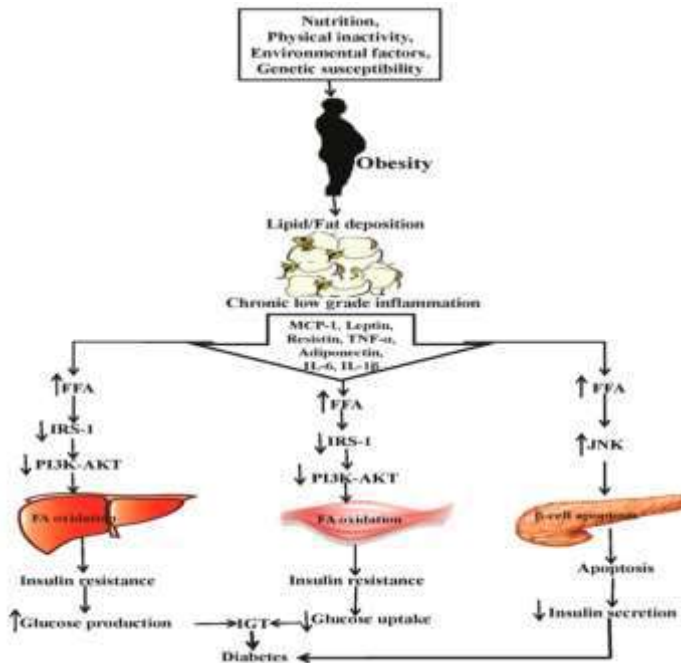
hiperinsulinemia, dan hiperkolesterolemia. Hal ini disebabkan karena konsumsi makanan yang tinggi kalori, lemak, kolesterol, dan karbohidrat, namun rendah serat.

Kejadian obesitas juga menyebabkan terjadinya inflamasi pada jaringan adiposa terutama akibat peningkatan lemak visceral yang berkaitan dengan terjadinya metabolik yang abnormal dan pada akhirnya menyebabkan berbagai penyakit degeneratif (Susantiningsih, 2015; Septiyanti and Seniwati, 2020). Pada pembahasan ini, difokuskan pada beberapa penyakit degeneratif disebabkan keterkaitannya satu sama lain dalam kejadian penyakit terutama akibat obesitas karena kelebihan gizi. Adapun diantaranya adalah diabetes mellitus, penyakit kardiovaskuler dan kanker yang berkaitan dengan hipertensi dan dislipidemia, serta neurodegeneratif.

8.4.1 Kaitan Obesitas dengan Diabetes Mellitus

Diabetes melitus merupakan suatu kelainan metabolik dengan berbagai etiologi. Penyakit ini ditandai dengan adanya hiperglikemia, yang dapat diakibatkan karena pankreas tidak mampu memproduksi insulin yang cukup atau insulin yang diproduksi tidak dapat digunakan oleh tubuh secara efektif (resistensi insulin) (Kemenkes RI, 2015). Hiperglikemia dapat didefinisikan sebagai suatu keadaan dimana kadar gula dalam darah melebihi batas normal. Jika terjadi secara terus menerus mengakibatkan terjadinya diabetes mellitus (Adnyana *et al.*, 2021). Diabetes mellitus memiliki efek kerusakan jangka panjang, yang dapat mengakibatkan kerusakan pada jantung, pembuluh darah, mata, ginjal maupun saraf akibat dari suatu diabetes yang tidak terkontrol (WHO, 2017)

Diabetes mellitus, terutama diabetes mellitus tipe 2 diawali karena kelebihan gizi disertai dengan aktivitas fisik yang rendah, faktor lingkungan, dan kerentanan genetik yang kemudian menyebabkan terjadinya obesitas (Adnyana *et al.*, 2021). Obesitas dan diabetes berhubungan pada efeknya melalui mekanisme otot rangka, hati, dan pankreas untuk merangsang berbagai sitokin inflamasi, enzim metabolik, dan jalur signal ekspresi gen.



Gambar 8.6 : Kaitan diabetes mellitus dan obesitas pada jaringan dan organ tubuh (hati, otot, pankreas).
(Kawser Hossain et al., 2016)

Deposisi lemak pada obesitas memulai terjadinya inflamasi ‘radang’ sehingga melepaskan MCP-1, leptin, resistin, TNF- α , adiponektin, IL-6, dan IL-1 β . Peradangan kronis kemudian menyebabkan peningkatan sekresi asam lemak bebas (FFA) dari hati, otot rangka, dan pankreas. Adanya peningkatan FFA mengurangi ekspresi gen IRS-1 dan PI3K-Akt di hati dan otot rangka dan meningkatkan ekspresi JNK di pankreas, yang pada akhirnya menyebabkan resistensi insulin di hati dan otot dan meningkatkan apoptosis di pankreas. Resistensi insulin menyebabkan produksi glukosa meningkat sementara penyerapan glukosa menurun maka terjadi hyperinsulinemia. Selain itu, sekresi insulin menurun karena peningkatan apoptosis sel pankreas. Akibatnya, tubuh mengalami penyakit diabetes mellitus (Gambar 8.6) (Kawser Hossain *et al.*, 2016)

8.4.2 Kaitan Obesitas dengan Penyakit kardiovaskuler dan Kanker

Obesitas berkontribusi pada perkembangan aterosklerosis, gagal jantung, dan artemia dengan cara yang berbeda. Penyakit Kardiovaskuler (CVD) terkait obesitas yang paling relevan dengan ulasan ini adalah aterosklerosis. Sebab aterosklerosis sangat kompleks dan berkaitan dengan hipertensi dan dislipidemia, yang memperumit atribusi risiko yang tepat terkait obesitas, serta mekanisme yang mendasarinya (Guha *et al.*, 2021). Bukti dari penelitian dan studi klinis menunjukkan bahwa obesitas mendorong perkembangan aterosklerosis dengan menambah resistensi insulin dan peradangan (Kahn and Flier, 2000; de Heredia *et al.*, 2012).

Depot jaringan adiposa visceral (JAV) secara signifikan lebih berkontribusi terhadap peradangan ini daripada jaringan adiposa subkutan (JAS). Organ hati, pada gilirannya, memperkuat inflamasi 'peradangan' sistemik dengan memproduksi sejumlah besar mediator inflamasi seperti berbagai sitokin, faktor komplemen, dan protein C-reaktif. Inflamasi memainkan peran kunci dalam berbagai aspek pembentukan dan perkembangan lesi aterosklerosis, termasuk penyerapan lipid ke dalam dinding pembuluh darah, proliferasi sel otot polos pembuluh darah, remodeling pembuluh darah, dan destabilisasi lesi (Guha *et al.*, 2021).

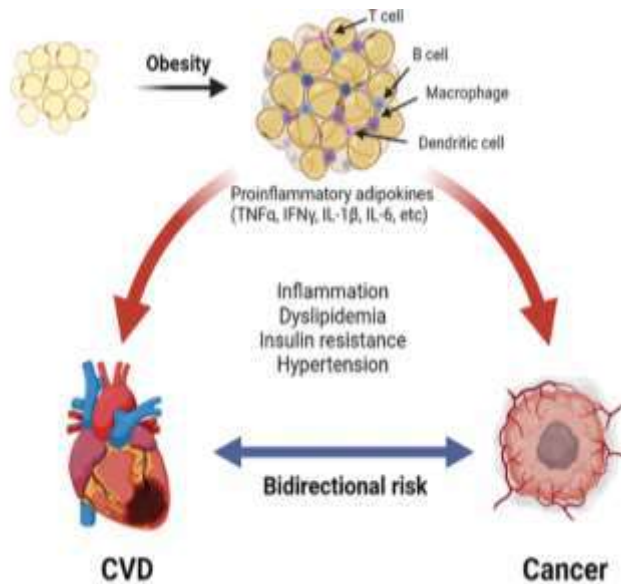
Selain itu, disfungsi endotel yang disebabkan oleh penurunan bioavailabilitas oksida nitrat (NO) yang dimediasi oleh obesitas merupakan faktor kontribusi yang signifikan (Engin, 2017). Sementara jaringan adiposa dianggap berkontribusi terhadap aterosklerosis melalui efek tidak langsung pada dinding pembuluh darah. Semakin banyak bukti menunjukkan bahwa ada peran patologis jaringan adiposa perivaskular, yang berkembang pada obesitas dan menjadi lebih inflamasi 'meradang', sehingga mempercepat penyakit vaskular lokal baik eksternal maupun internal (Kim *et al.*, 2020).

Obesitas juga telah diidentifikasi sebagai faktor risiko untuk beberapa jenis kanker, termasuk sejumlah besar kanker gastrointestinal. Risikonya bervariasi, risiko relatif kanker kerongkongan 4,8 kali lebih tinggi pada obesitas kelas 2

dibandingkan dengan individu dengan IMT normal. Selain kanker esofagus, obesitas telah dikaitkan dengan peningkatan risiko terjadinya kanker lambung, kolorektal, hati, kandung empedu, pankreas, payudara (pascamenopause), rahim, ovarium, sel ginjal, dan kanker tiroid. Sebaliknya, adipositas yang lebih tinggi telah menjadi pelindung pada multiple myeloma dan meningioma dalam beberapa penelitian. Meskipun demikian, 40% kematian akibat kanker telah dikaitkan dengan obesitas (Lauby-Secretan *et al.*, 2016; Islami *et al.*, 2018).

Perubahan *adipose tissue microenvironment* (ATME) mungkin secara mekanis terkait dengan kejadian kanker pada obesitas. Ketika jaringan adiposa berkembang pada obesitas, hipertrofi adiposit mendominasi dibanding hiperplasia, dan ATME beralih dari Macrofag tipe 2 (M2) (anti-inflamasi misalnya, interleukin (IL)-4, IL-10] ke tipe Macrofag tipe 1 (M1) (pro-inflamasi misalnya, faktor nekrosis tumor- α (TNF- α), interferon (IFN) γ , IL-1 β , dan IL-6) dari sitokin (Guha *et al.*, 2021).

Peningkatan lebih lanjut dalam adipositas, adiposit menjadi mekanisme stres, dan vaskularisasi jaringan yang tidak mencukupi menyebabkan iskemia. Pola molekul terkait kerusakan (DAMPs) yang dilepaskan dari adiposit yang terluka dan sekarat mendorong terjadinya infiltrasi sel pro-inflamasi, seperti sel dendritik dan makrofag M1, yang mengarah pada pengembangan struktur seperti *crown like structure* (CLS), fitur patognomonik adiposit nekrosis. Banyak sel limfoid, seperti sel B dan sel T CD8 yang juga diamati pada jaringan adiposa yang inflamasi. Inflamasi yang berkelanjutan ini dikaitkan dengan kondisi tumor yang mendorong terjadinya kanker terutama melalui stimulasi tumorigenesis lokal dibanding sistemik. Kanker yang tidak secara langsung dikelilingi oleh jaringan adiposa memiliki hubungan yang lebih lemah dengan obesitas (Gambar 8.7) (Guha *et al.*, 2021).



Gambar 8.7 : Kaitan CVD dan kanker dengan obesitas.
(Guha *et al.*, 2021)

8.4.3 Kaitan Obesitas dengan Penyakit Neurodegeneratif

Obesitas ditandai dengan peradangan kronis yang berdampak pada semua jaringan dan organ akibat resistensi insulin. Sitokin inflamasi mengikat reseptornya (1) mengaktifkan jalur faktor nuklir-kappa B (NF- κ B/ I κ B α) yang merangsang kondisi proinflamasi (2). Ketidakseimbangan zat gizi juga dapat mengaktifkan jalur inflamasi dan merusak DNA, yang berdampak buruk pada regulasi redoks (melalui glutathione peroxidase (GPx), glutathione (GSH), dan tingkat glutathione teroksidasi (GSSG) dan dengan demikian meningkatkan stres oksidatif (3) (Verdile *et al.*, 2015).

(8), termasuk regulator negatif dari glikogen sintase kinase 3 (GSK3). GSK3 yang diaktifkan dikaitkan dengan hiperfosforilasi atau (9). Adanya lingkaran setan yang dimediasi oleh ROS/RNS dan A β pada akhirnya dapat mengakibatkan penghambatan enzim (misalnya, alfa-enolase (ENO1), malat dehidrogenase (MDH), ATP sintase, dan GAPDH), menurunkan pembentukan ATP, yang bersama-sama dengan tau meningkatkan hilangnya neuron sehingga menyebabkan terjadinya neurodegenerasi (10) (Gambar 8.8) (Verdile *et al.*, 2015).

DAFTAR PUSTAKA

- Adamczak, M., Wiecek, A., 2013. The Adipose Tissue as an Endocrine Organ. *Seminars in Nephrology* 33, 2–13. <https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2012.12.008>
- Adnyana, A.A.N.K., Surudarma, I.W., Wihandani, D.M., Sutadarma, I.W.G., Wande, I.N., 2021. Adnyana.pdf. *Jurnal Medika Udayana*, 10, 89–94.
- Al Rahmad, A.H., 2019. Keterkaitan Asupan Makanan dan Sedentari dengan Kejadian Obesitas Pada Anak Sekolah Dasar di Kota Banda Aceh. *bpk* 47, 67–76. <https://doi.org/10.22435/bpk.v47i1.579>
- Al-Mansoori, L., Al-Jaber, H., Prince, M.S., Elrayess, M.A., 2022. Role of Inflammatory Cytokines, Growth Factors and Adipokines in Adipogenesis and Insulin Resistance. *Inflammation* 45, 31–44. <https://doi.org/10.1007/s10753-021-01559-z>
- Almatsier, S., 2011. *Gizi Seimbang Dalam Daur Kehidupan*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Almatsier, S., 2010. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Canello, R., Tordjman, J., Poitou, C., Guilhem, G., Bouillot, J.L., Hugol, D., Coussieu, C., Basdevant, A., Hen, A.B., Bedossa, P., Guerre-Millo, M., Clément, K., 2006. Increased Infiltration of Macrophages in Omental Adipose Tissue Is Associated With Marked Hepatic Lesions in Morbid Human Obesity. *Diabetes* 55, 1554–1561. <https://doi.org/10.2337/db06-0133>
- Carter, R., Watenpaugh, D.E., 2008. Obesity and obstructive sleep apnea: Or is it OSA and obesity? *Pathophysiology* 15, 71–77. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2008.04.009>
- Castro, A.V.B., Kolka, C.M., Kim, S.P., Bergman, R.N., 2014. Obesity, insulin resistance and comorbidities? Mechanisms of association. *Arq Bras Endocrinol Metab* 58, 600–609. <https://doi.org/10.1590/0004-2730000003223>
- de Heredia, F.P., Gómez-Martínez, S., Marcos, A., 2012. Obesity, inflammation and the immune system. *Proc. Nutr. Soc.* 71, 332–338. <https://doi.org/10.1017/S0029665112000092>

- Engin, A., 2017. Endothelial Dysfunction in Obesity, in: Engin, A.B., Engin, A. (Eds.), *Obesity and Lipotoxicity, Advances in Experimental Medicine and Biology*. Springer International Publishing, Cham, pp. 345–379. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48382-5_15
- Feijóo-Bandín, S., Rodríguez-Penas, D., García-Rúa, V., González-Juanatey, J.R., Lago, F., 2016. Adipokines at the Cardiovascular System: Role in Health and Disease. *SM J Endocrinol Metab* 2, 1–8.
- Framnes, S.N., Arble, D.M., 2018. The Bidirectional Relationship Between Obstructive Sleep Apnea and Metabolic Disease. *Front. Endocrinol.* 9, 440. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00440>
- Giorgino, F., Laviola, L., Eriksson, J.W., 2005. Regional differences of insulin action in adipose tissue: insights from in vivo and in vitro studies. *Acta Physiol Scand* 183, 13–30. <https://doi.org/10.1111/j.1365-201X.2004.01385.x>
- Guha, A., Wang, X., Harris, R.A., Nelson, A.-G., Stepp, D., Klaassen, Z., Raval, P., Cortes, J., Coughlin, S.S., Bogdanov, V.Y., Moore, J.X., Desai, N., Miller, D.D., Lu, X.-Y., Kim, H.W., Weintraub, N.L., 2021. Obesity and the Bidirectional Risk of Cancer and Cardiovascular Diseases in African Americans: Disparity vs. Ancestry. *Front. Cardiovasc. Med.* 8, 761488. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.761488>
- Handajani, A., Roosiermatie, B., Maryani, H., 2009. FAKTOR-Faktor Yang Berhubungan Dengan Pola Kematian Pada Penyakit Degeneratif Di Indonesia. *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan* 13, 12.
- Ibrahim, M.M., 2010. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. *Obesity Reviews* 11, 11–18. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2009.00623.x>
- Islami, F., Goding Sauer, A., Miller, K.D., Siegel, R.L., Fedewa, S.A., Jacobs, E.J., McCullough, M.L., Patel, A.V., Ma, J., Soerjomataram, I., Flanders, W.D., Brawley, O.W., Gapstur, S.M., Jemal, A., 2018. Proportion and number of cancer cases and deaths attributable to potentially modifiable risk factors in the United States: Potentially Preventable Cancers in US. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 68, 31–54. <https://doi.org/10.3322/caac.21440>

- Jia, G., Aroor, A.R., Martinez-Lemus, L.A., Sowers, J.R., 2014. Overnutrition, mTOR signaling, and cardiovascular diseases. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 307, R1198–R1206. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00262.2014>
- Jo, J., Gavrilova, O., Pack, S., Jou, W., Mullen, S., Sumner, A.E., Cushman, S.W., Periwai, V., 2009. Hypertrophy and/or Hyperplasia: Dynamics of Adipose Tissue Growth. *PLoS Comput Biol* 5, e1000324. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000324>
- Kahn, B.B., Flier, J.S., 2000. Obesity and insulin resistance. *J. Clin. Invest.* 106, 473–481. <https://doi.org/10.1172/JCI10842>
- Kawser Hossain, M., Abdal Dayem, A., Han, J., Yin, Y., Kim, K., Kumar Saha, S., Yang, G.-M., Choi, H., Cho, S.-G., 2016. Molecular Mechanisms of the Anti-Obesity and Anti-Diabetic Properties of Flavonoids. *IJMS* 17, 569. <https://doi.org/10.3390/ijms17040569>
- Kemenkes RI, 2015. PROFIL KESEHATAN INDONESIA TAHUN 2014. Kemenkes RI, Jakarta.
- Kershaw, E.E., Flier, J.S., 2004. Adipose Tissue as an Endocrine Organ. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 89, 2548–2556. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-0395>
- Kim, H.W., Shi, H., Winkler, M.A., Lee, R., Weintraub, N.L., 2020. Perivascular Adipose Tissue and Vascular Perturbation/Atherosclerosis. *ATVB* 40, 2569–2576. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.120.312470>
- King, D.E., Mainous, A.G., Egan, B.M., Woolson, R.F., Geesey, M.E., 2005. Fiber and C-Reactive Protein in Diabetes, Hypertension, and Obesity. *Diabetes Care* 28, 1487–1489. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.6.1487>
- Lauby-Secretan, B., Scoccianti, C., Loomis, D., Grosse, Y., Bianchini, F., Straif, K., 2016. Body Fatness and Cancer — Viewpoint of the IARC Working Group. *N Engl J Med* 375, 794–798. <https://doi.org/10.1056/NEJMSr1606602>
- Masrul, M., 2018. Epidemi obesitas dan dampaknya terhadap status kesehatan masyarakat serta sosial ekonomi bangsa. *Maj Kedokt Andalas* 41, 152. <https://doi.org/10.25077/mka.v41.i3.p152-162.2018>

- McArdle, M.A., Finucane, O.M., Connaughton, R.M., McMorrow, A.M., Roche, H.M., 2013. Mechanisms of Obesity-Induced Inflammation and Insulin Resistance: Insights into the Emerging Role of Nutritional Strategies. *Front. Endocrinol.* 4. <https://doi.org/10.3389/fendo.2013.00052>
- Mukhlis, M., Bakhtiar, A., 2015. Obstructive Sleep Apneu (OSA), Obesitas Hypoventilation Syndrome (OHS) dan Gagal Napas. *JR* 1, 94. <https://doi.org/10.20473/jr.v1-I.3.2015.94-102>
- Mukhtar, D., 2012. Makrofag Pada Jaringan Adiposa Obes Sebagai Penanda Terjadinya Resistensi Insulin. *Widya.* 28 (317): 29-34.
- Nasreddine, L., Mehio-Sibai, A., Mrayati, M., Adra, N., Hwalla, N., 2010. Adolescent obesity in Syria: prevalence and associated factors. *Child: Care, Health and Development* 36, 404–413. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2009.01042.x>
- Nelson, A.-G., 2013. Ilmu Kesehatan Anak Esensial Edisi Keenam. Elsevier, Singapore.
- Ouchi, N., Parker, J.L., Lugus, J.J., Walsh, K., 2011. Adipokines in inflammation and metabolic disease. *Nat Rev Immunol* 11, 85–97. <https://doi.org/10.1038/nri2921>
- Paleva, R., 2019. Mekanisme Resistensi Insulin Terkait Obesitas 10, 5.
- Prananta, I.G.N.A.C., 2015. Menghindari Resiko Obesitas Dengan Mengukur Indeks Masa Tubuh. *Jurnal Pendidikan Kesehatan Rekreasi* 1, 21–27.
- Prentki, M., Nolan, C.J., 2006. Islet cell failure in type 2 diabetes. *Journal of Clinical Investigation* 116, 1802–1812. <https://doi.org/10.1172/JCI29103>
- Saraswati, I., Dieny, F.F., 2012. Perbedaan Karakteristik Usia, Asupan Makanan, Aktivitas Fisik, Tingkat Sosial Ekonomi Dan Pengetahuan Gizi Pada Wanita Dewasa Dengan Kelebihan Berat Badan Antara Di Desa Dan Kota. *J. NutriColl* 1, 280–291. <https://doi.org/10.14710/jnc.v1i1.726>
- Sari, D.M., Panunggal, B., 2013. Hubungan Asupan Serat, Natrium Dan Aktivitas Fisik Terhadap Kejadian Obesitas Dengan Hipertensi Pada Anak Sekolah Dasar. *J. NutriColl* 2, 467–473. <https://doi.org/10.14710/jnc.v2i4.3728>
- Septiyanti, S., Seniwati, S., 2020. Obesity and Central Obesity in Indonesian Urban Communities. *JIKA* 2, 118–127. <https://doi.org/10.36590/jika.v2i3.74>

- Setyawati, V.A.V., Rimawati, E., 2016. Pola Konsumsi Fast Food Dan Serat Sebagai Faktor Gizi Lebih Pada Remaja. *UJPH* 5, 275. <https://doi.org/10.15294/ujph.v5i3.16792>
- Siddiqui, M., Ashraff, S., A. Siddiqui, M., E. Carline, T., 2013. Obesity and Insulin Resistance: Management in Diabetes. *Tjem* 17, 57–62. <https://doi.org/10.4274/Tjem.2156>
- Susantiningih, T., 2015. Obesitas dan Stres Oksidatif. *JuKe Unila* 5, 89–93.
- Svatikova, A., Wolk, R., Lerman, L.O., Juncos, L.A., Greene, E.L., McConnell, J.P., Somers, V.K., 2005. Oxidative stress in obstructive sleep apnoea. *European Heart Journal* 26, 2435–2439. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi440>
- Tchernof, A., Després, J.-P., 2013. Pathophysiology of Human Visceral Obesity: An Update. *Physiological Reviews* 93, 359–404. <https://doi.org/10.1152/physrev.00033.2011>
- Verdile, G., Keane, K.N., Cruzat, V.F., Medic, S., Sabale, M., Rowles, J., Wijesekara, N., Martins, R.N., Fraser, P.E., Newsholme, P., 2015. Inflammation and Oxidative Stress: The Molecular Connectivity between Insulin Resistance, Obesity, and Alzheimer’s Disease. *Mediators of Inflammation* 2015, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2015/105828>
- Virtue, S., Vidal-Puig, A., 2010. Adipose tissue expandability, lipotoxicity and the Metabolic Syndrome — An allostatic perspective. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids* 1801, 338–349. <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2009.12.006>
- Wajchenberg, B.L.O., 2000. Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue: Their Relation to the Metabolic Syndrome 21, 42.
- World Health Organization, 2017. World health statistics 2016. World Health Organization, Geneva.
- World Health Organization, 2014. World health statistics 2014. World Health Organization, Geneva.
- Ye, J., 2007. Role of Insulin in the Pathogenesis of Free Fatty Acid-Induced Insulin Resistance in Skeletal Muscle. *EMIDDT* 7, 65–74. <https://doi.org/10.2174/187153007780059423>

BAB 9

PENDIDIKAN KESEHATAN TENTANG GIZI SEIMBANG

Oleh M. Nur Dewi Kartikasari

9.1 Pendahuluan

Pembangunan nasional bertujuan untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Salah satu tolak ukur keberhasilan dalam peningkatan derajat kesehatan masyarakat yaitu tercapainya status gizi yang optimal (Utami *et al.*, 2021). Dalam rangka mewujudkan tujuan tersebut, perlu upaya peningkatan kesadaran dan kemampuan masyarakat dalam berperilaku hidup sehat. Langkah promotif dapat ditempuh melalui pendidikan kesehatan yang dapat dilakukan untuk mengubah perilaku masyarakat menjadi perilaku hidup sehat. Masyarakat memiliki peran aktif dalam pendidikan kesehatan sehingga dapat meningkatkan pengetahuan dan sikap terhadap kesehatan serta memiliki kemauan untuk melakukan upaya kesehatan secara mandiri (Supariasa, 2014).

Pengetahuan masyarakat yang rendah tentang gizi seimbang merupakan faktor munculnya masalah gizi dan kesehatan. Asupan makanan yang tidak seimbang akan menimbulkan masalah gizi ganda pada semua kelompok usia di masyarakat (Almatsier, 2013).. Pendidikan kesehatan tentang gizi seimbang sangat diperlukan agar masyarakat memperoleh pengetahuan, pemahaman serta panduan tentang gizi seimbang.

9.2 Konsep gizi seimbang

Gizi seimbang merupakan susunan makanan sehari-hari yang terdiri dari jumlah dan jenis zat gizi berdasarkan kebutuhan tubuh sesuai pertimbangan prinsip makanan beraneka macam, aktivitas tubuh, perilaku hidup bersih dan sehat serta melakukan pemantauan berat badan secara rutin dalam rangka mencapai berat badan ideal dan mencegah terjadinya masalah gizi (Kemenkes R.I, 2014). Semua

masalah gizi yang dialami saat ini dapat ditangani dengan penerapan pedoman gizi seimbang secara tepat. Prinsip gizi seimbang meliputi empat pilar untuk menyeimbangkan zat gizi yang masuk dan keluar melalui pemantauan berat badan secara teratur. Empat pilar prinsip gizi seimbang tersebut antara lain :

1. Mengonsumsi makanan yang beraneka ragam dengan mempertimbangkan jumlah dan proporsi yang cukup dan seimbang serta dilakukan secara teratur.
2. Menerapkan budaya perilaku hidup bersih dan sehat untuk meminimalkan risiko terpapar dengan sumber infeksi, yaitu sebagai berikut :
 - a. Mencuci tangan menggunakan sabun dibawah air mengalir untuk mencegah tangan dan makanan terkontaminasi kuman penyakit pada waktu sebelum menyiapkan makanan dan minuman; sebelum makan; sebelum menyusui; setelah buang air kecil dan besar.
 - b. Menutup makanan dan minuman untuk mencegah makanan teringgapi lalat maupun binatang lain serta debu yang mungkin membawa kuman penyakit.
 - c. Menutup mulut dan hidung jika bersin agar tidak menyebarkan kuman penyakit.
 - d. Menggunakan alas kaki untuk mencegah penyakit cacingan.
3. Melakukan aktivitas fisik yang terdiri dari berbagai macam kegiatan tubuh seperti olahraga karena olahraga menjadi upaya dalam menyeimbangkan pemasukan dan pengeluaran zat gizi terutama sumber energi tubuh.
4. Melakukan pemantauan berat badan secara rutin agar dapat mempertahankan berat badan normal dan mencegah penyimpangan berat badan dari berat badan normal. Apabila ditemukan adanya penyimpangan dapat segera dilakukan langkah pencegahan dan penanganan terhadap penyimpangan yang terjadi.

9.3 Pendidikan kesehatan

Pendidikan gizi yaitu suatu usaha yang dilakukan secara terencana dalam rangka peningkatan status gizi melalui perubahan perilaku terkait gizi dan makanan. Perubahan perilaku terjadi setelah

diberikan informasi. Hal ini dilakukan untuk mencegah dan mengurangi masalah gizi serta untuk menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas melalui program perbaikan gizi, diantaranya melalui penyuluhan gizi (Supariasa, 2014).

Penyuluhan gizi yaitu sebuah proses belajar untuk mengembangkan pengertian dan sikap yang positif terhadap gizi agar objek/orang lain dapat membentuk dan mempunyai kebiasaan makan yang baik dalam kehidupan sehari-hari. Supariasa (2012). penyuluhan gizi merupakan sebuah upaya memberikan penjelasan tentang bahan makanan dan bagaimana penggunaan, pemilihan serta pengolahan bahan makanan tersebut agar pengetahuan, sikap dan perilaku seseorang tentang gizi meningkat sehingga kesehatan juga meningkat. (Persagi, 2010). Penyuluhan gizi dapat dilakukan dengan pendekatan kelompok masyarakat untuk meningkatkan status gizi masyarakat terutama pada kelompok rawan melalui upaya mengubah perilaku masyarakat sesuai prinsip ilmu gizi.

Landasan penyuluhan gizi menurut Supariasa (2014) yaitu :

1. Penyuluhan gizi merupakan bagian integral dari program gizi dan kesehatan yang dimulai dengan perencanaan penyuluhan.
2. Perencanaan penyuluhan merupakan kegiatan tim yang melibatkan banyak pihak, antara lain pimpinan program (kepala dinas kesehatan), kepala seksi bidang gizi, petugas gizi, dan penyuluh gizi.
3. Perencanaan penyuluhan gizi berdasarkan pengetahuan yang cukup tentang masalah gizi yang akan ditangani, program gizi yang sedang berjalan.
4. Evaluasi diperlukan untuk perencanaan penyuluhan gizi yang baik meliputi unsur individu yang akan menilai, materi yang akan dinilai, waktu pelaksanaan penilaian, instrumen penilaian, standar penilaian, dan lain-lain.

9.4 Tujuan pendidikan kesehatan

Pendidikan kesehatan/penyuluhan tentang gizi seimbang dilakukan sebagai upaya perbaikan gizi dan peningkatan status gizi masyarakat dengan cara mengubah perilaku masyarakat ke arah yang baik sesuai pedoman gizi seimbang. Tujuan lain yang lebih khusus menurut (Supariasa, 2014), yaitu:

1. Meningkatkan kesadaran gizi masyarakat melalui peningkatan pengetahuan gizi seimbang.
2. Menyebarkan konsep-konsep baru tentang informasi gizi seimbang kepada masyarakat.
3. Membentuk individu, keluarga dan masyarakat secara keseluruhan berperilaku sehat terkait pangan dan gizi.
4. Merubah perilaku konsumsi makanan (*Food Consumption Behavior*) yang sesuai dengan tingkat kebutuhan gizi, sehingga pada akhirnya tercapai status gizi yang baik.

9.5 Langkah-langkah pendidikan kesehatan

Langkah-langkah yang harus dijalankan dalam memberikan pendidikan kesehatan, yaitu :

1. Mengenal masalah, masyarakat, dan wilayah.
Pendidikan kesehatan maupun penyuluhan gizi dapat berjalan efektif jika petugas mengenali masalah, masyarakat dan wilayah. Hal ini akan membantu petugas dalam merancang materi dan solusi permasalahan dengan mempertimbangkan budaya masyarakat dan wilayah setempat. Wilayah juga perlu diketahui termasuk wilayah pegunungan, dataran rendah, daerah perbatasan dan yang lain sebagai bahan pertimbangan dalam memberikan pendidikan kesehatan.
2. Menentukan prioritas masalah gizi.
Penentuan prioritas masalah harus sesuai dengan program yang berjalan dengan melibatkan petugas program yang beerkaitan dengan gizi.
3. Menentukan tujuan penyuluhan gizi.
Tujuan dilakukan penyuluhan gizi meliputi tujuan jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang. Misalnya dalam jangka pendek, penyuluhan bertujuan untuk memberikan pengetahuan dan pemahaman serta membentuk sikap positif terkait gizi. Tujuan jangka menengah untuk membentuk perilaku hidup sehat, dan tujuan jangka panjang untuk mencapai derajat kesehatan masyarakat yang optimal.

4. Menentukan sasaran penyuluhan gizi.
Kelompok masyarakat yang akan mendapatkan penyuluhan apakah termasuk kelompok rawan gizi seperti ibu hamil, ibu menyusui, anak sekolah dan masyarakat miskin.
5. Menentukan materi penyuluhan gizi.
Materi penyuluhan harus disampaikan dalam bahasa yang mudah dipahami oleh sasaran, tidak menggunakan istilah medis yang susah dipahami masyarakat, pesan terfokus dan rasional, serta dapat dilaksanakan oleh sasaran sesuai dengan potensi yang dimiliki. Materi juga harus dikuasai oleh pemberi penyuluhan agar tampil dengan percaya diri.
6. Menentukan metode penyuluhan gizi.
Penentuan metode harus disesuaikan dengan tujuan penyuluhan. Metode ceramah digunakan untuk memberikan pengetahuan. Metode role play dapat digunakan untuk mengubah sikap masyarakat. Dalam memberikan penyuluhan digunakan metode yang bervariasi antara satu metode dan metode yang lain.
7. Menentukan media penyuluhan gizi.
Media penyuluhan mempunyai peranan penting dalam memperjelas pesan-pesan gizi yang akan disampaikan. Media yang digunakan berupa alat, bahan atau apapun yang dapat digunakan sebagai media untuk memperjelas pesan-pesan yang akan disampaikan.
8. Membuat rencana penilaian (evaluasi).
Sebuah perencanaan yang baik disertai rencana evaluasi program.
9. Membuat rencana jadwal pelaksanaan.
Pembuatan jadwal akan memudahkan pelaksanaan. Jadwal mencakup waktu pelaksanaan dan kegiatan pokok penyuluhan.
10. Rencana teknis seorang penyuluh.
Perencanaan dan persiapan penyuluhan dapat disusun dalam SAP (satuan acara penyuluhan).

9.6 Sasaran

Sasaran penyuluhan kesehatan meliputi individu, keluarga, kelompok dan masyarakat. Penyuluhan pada individu dapat diberikan di posyandu, puskesmas, klinik maupun rumah sakit. Penyuluhan kesehatan pada keluarga diprioritaskan pada keluarga resiko tinggi, seperti keluarga yang menderita penyakit menular, keluarga dengan sosial ekonomi rendah, keluarga dengan kondisi gizi buruk, keluarga dengan sanitasi lingkungan yang buruk dan lainnya. Karakteristik masyarakat yang menjadi sasaran penyuluhan yang harus diketahui yaitu masyarakat rawan gizi, kondisi sosial, ekonomi dan budaya, sumber daya masyarakat, pola komunikasi serta pengalaman masyarakat tentang program gizi yang pernah dijalankan (Supariasa, 2014).

9.7 Metode dan teknik

Metode yang dapat digunakan dalam pendidikan kesehatan atau penyuluhan gizi antara lain :

1. Ceramah yaitu menjelaskan pesan secara lisan kepada sasaran dengan alat peraga. Kelebihan metode ceramah ini yaitu mudah dilakukan, penggunaan waktu yang efektif, tidak banyak menggunakan alat bantu dan cocok untuk berbagai jenis peserta. Keterbatasan metode ini yaitu peserta menjadi pasif, daya ingat peserta terbatas dan tidak cocok pada pembicara yang tidak menguasai masalah.
2. Simulasi yaitu sebuah permainan terencana yang bertujuan untuk menyadarkan masyarakat akan kebiasaan yang kurang baik. Pada metode ini, peserta akan lebih peka, mengetahui kelemahan dan kekuatan diri, serta dapat mengembangkan diri sesuai potensi yang dimiliki. Kelebihan metode simulasi ini menyenangkan, interaksi tinggi, melatih berpikir kritis dan peserta menjadi aktif. Kekurangan metode ini menuntut imajinasi penyuluh dan responden, efektivitas dan validasi rendah.
3. Simposium yaitu serangkaian ceramah singkat didepan responden dengan seorang pemimpin. Ceramah-ceramah tersebut menjelaskan aspek-aspek yang berbeda dari sebuah topik. Metode simposium dilakukan pada kelompok besar,

- kelompok yang membutuhkan keterangan singkat, membicarakan aspek yang berbeda topik, dan pokok pembicaraan sudah ditentukan. Keunggulan metode simposium yaitu informasi yang diperoleh banyak dalam waktu yang singkat dengan pembicara yang berganti sehingga menarik perhatian. Kelemahan metode ini kurang adanya interaksi kelompok, membutuhkan perencanaan yang matang dan membatasi responden dalam mengemukakan pendapat.
4. Diskusi kelompok yaitu percakapan yang direncanakan antara tiga orang/lebih tentang topik tertentu dengan satu *leader*. Metode ini digunakan untuk menyampaikan dan mengumpulkan pendapat dari orang-orang yang jarang berbicara. Metode ini disebut dengan pendekatan demokratis yang mendorong rasa persatuan dan kesatuan. Kekurangan metode ini tidak dapat digunakan pada kelompok besar, dan membutuhkan *leader* yang terampil.
 5. *Role-play* yaitu bermain peran pada sebuah kondisi kehidupan oleh dua orang atau lebih sebagai bahan analisis kelompok. Metode ini digunakan untuk mengetahui pendapat yang lebih luas dalam pemecahan masalah. Kelebihan metode ini membantu anggota mendalami masalah, mendapat pengalaman dari orang lain dan membangkitkan semangat untuk memecahkan masalah, sedangkan kelemahannya yaitu dibutuhkan *leader* yang terlatih serta banyak orang yang tidak suka dan tidak ahli bermain peran.
 6. Demonstrasi (peragaan) yaitu penyajian yang nyata diiringi diskusi untuk memberikan pengajaran nyata bagaimana melakukan sesuatu, menunjukkan metode baru dan lainnya. Keunggulan metode ini yaitu meningkatkan kepercayaan diri, menggunakan benda nyata, peragaan dapat diulang dan dicoba oleh peserta. Kelemahan metode ini jika alat peraga termasuk alat berat hanya sebagian kecil yang dapat mempraktikkan dan jika alat nya kecil maka hanya dapat dilihat sebagian orang sehingga tidak cocok dalam jumlah peserta yang banyak.
- (Notoatmodjo, 2014), (Supariasa, 2014).

9.8 Media

Pendidikan kesehatan/penyuluhan tentang gizi seimbang dilakukan menggunakan media yaitu alat peraga dalam promosi kesehatan yang dapat dilihat, didengar, diraba maupun dirasa untuk melancarkan komunikasi dan penyebaran informasi tentang gizi seimbang (Kholid, 2014). Menurut Mubarak, dkk (2007), Media merupakan sesuatu mempunyai sifat untuk menyalurkan pesan dan dapat merangsang pikiran, perasaan dan kemauan peserta (masyarakat) sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar. Sedangkan menurut Notoatmodjo (2014), media promosi kesehatan yaitu semua sarana untuk menampilkan informasi yang ingin disampaikan baik melalui media cetak, elektronik, dan media luar ruang sehingga sasaran dapat meningkatkan pengetahuan dan mengubah perilaku ke arah yang positif.

9.9 Pelaksanaan

Pendidikan kesehatan maupun penyuluhan harus dilaksanakan oleh seorang yang profesional secara efektif dan efisien untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Seseorang yang profesional disini harus mempunyai keterampilan dasar sebagai seorang penyuluh. Seorang penyuluh gizi harus menguasai keterampilan dasar minimal yang harus dimiliki oleh setiap individu yang bertugas sebagai penyuluh. Keterampilan tersebut yang memberikan perbedaan antara seorang penyuluh profesional dengan penyuluh yang kurang profesional.

Menurut Supriasa, (2014), terdapat konsep tentang keterampilan seorang penyuluh diantaranya :

1. Keterampilan membuka penyuluhan/pendidikan kesehatan yaitu usaha yang dilakukan oleh seseorang penyuluh dalam mempersiapkan suasana bagi sasaran supaya mental dan perhatian terfokus pada hal-hal yang akan dipelajari sehingga materi yang akan dijelaskan dapat dengan mudah dipahami oleh sasaran.
2. Keterampilan menjelaskan yaitu seorang penyuluh harus mempersiapkan dengan baik materi yang akan dijelaskan yang sebaiknya dipaparkan dalam Satuan Acara Penyuluhan (SAP).

3. Keterampilan bertanya yaitu pendidikan kesehatan dan penyuluhan yang diberikan harus ada tanya jawab dengan sasaran agar tidak membosankan. Oleh karena itu, keterampilan bertanya merupakan keterampilan yang harus dikuasai oleh seorang penyuluh agar dapat menciptakan kondisi dan suasana yang lebih aktif dan bermakna.
4. Keterampilan memberi penguatan yaitu segala bentuk respon yang diberikan oleh seorang penyuluh atas sikap yang dilakukan oleh audiens dalam memberikan dukungan yang positif. Audiens/sasaran akan merasa lebih semangat dalam merespons tiap stimulus dari penyuluh dengan adanya penguatan yang diberikan oleh penyuluh. Penguatan tersebut secara umum berfungsi untuk memberikan reward atau penghargaan sehingga audiens/sasaran lebih aktif dalam menghidupkan acara pendidikan kesehatan maupun penyuluhan.
5. Keterampilan mengelola penyuluhan yaitu keterampilan untuk menciptakan dan mempertahankan situasi yang kondusif serta mengarahkan dan mengembalikan situasi jika terjadi hal-hal yang mengganggu selama pendidikan kesehatan atau penyuluhan berlangsung.
6. Keterampilan bervariasi yaitu keterampilan untuk menjaga situasi dan kondisi selama pendidikan kesehatan maupun penyuluhan tetap berlangsung dengan menarik perhatian dan tidak monoton sehingga sasaran menunjukkan sikap antusiasme, semangat dan aktif selama proses berlangsung.
7. Keterampilan menutup penyuluhan yaitu keterampilan dalam menggambarkan apa yang telah dipelajari selama pendidikan kesehatan dan mengaitkan dengan kejadian pengalaman sebelumnya. Menutup acara pendidikan kesehatan maupun penyuluhan merupakan tindakan mengakhiri acara dengan menyampaikan kesimpulan atau ringkasan materi, memberikan motivasi untuk mempelajari lebih lanjut, mengadakan evaluasi, dan memberi tugas terkait materi.

9.10 Evaluasi

Evaluasi merupakan sebuah proses untuk menentukan keberhasilan dalam pencapaian tujuan yang telah ditetapkan dilihat dari besar dan nilai keberhasilan tersebut. Terdapat 4 dimensi dalam sebuah evaluasi antara lain :

1. Proses yaitu menentukan evaluasi sebagai suatu proses berdasarkan pendapat, catatan, data subjektif maupun objektif.
2. Kriteria yaitu hasil evaluasi sebagai suatu hasil penilaian tentang hasil yang sesuai harapan atau tidak, bersifat sementara atau permanen serta hasil yang didapatkan dalam jangka waktu tertentu.
3. Stimulus yaitu kegiatan evaluasi yang dilaksanakan secara bertahap maupun insidental.
4. Nilai yaitu tujuan evaluasi sebagai suatu penilaian terhadap suatu tujuan baik yang bersifat tujuan jangka pendek, jangka menengah maupun jangka panjang.

Jenis evaluasi dalam program kesehatan antara lain :

1. Evaluasi formatif yaitu evaluasi yang dilaksanakan pada tahap pengembangan program dan hasil evaluasi berupa informasi yang akan digunakan untuk mengembangkan suatu program supaya program dapat lebih sesuai dengan situasi dan kondisi sasaran.
2. Evaluasi proses yaitu evaluasi yang mendeskripsikan tentang keberlangsungan suatu program. Evaluasi ini dilakukan untuk menilai apakah pengembangan unsur-unsur spesifik seperti fasilitas, tenaga tempat maupun pelayanan telah sesuai dengan rencana yang ditetapkan.
3. Evaluasi sumatif yaitu evaluasi yang memberikan pernyataan tentang efektivitas suatu program dalam jangka waktu tertentu yang merupakan hal penting dalam merencanakan dan mengalokasikan sumber daya.
4. Evaluasi dampak yaitu evaluasi yang menilai efektivitas suatu program secara keseluruhan dalam mengubah pengetahuan, sikap dan perilaku sasaran yang bertujuan untuk menentukan perubahan yang telah terjadi pada variabel dalam jangka waktu tertentu.

5. Evaluasi hasil yaitu evaluasi untuk menilai perubahan atau perbaikan indikator status kesehatan pada suatu kelompok tertentu, misalnya melakukan penilaian perbaikan tentang morbiditas, mortalitas maupun derajat kesehatan yang lain. (Notoatmodjo, 2014).

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S. 2013. *Prinsip dasar ilmu gizi*. 9th edn. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Kemenkes R.I 2014. *Pedoman Gizi Seimbang*. Indonesia: Peraturan Menteri Kesehatan.
- Notoatmodjo, S. 2014. *Promosi Kesehatan dan Perilaku Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Supariasa, I. 2014. *Buku Pendidikan & Konsultasi Gizi*. Jakarta: EGC.
- Utami, S. *et al.* 2021. 'Pendidikan Kesehatan Gizi Seimbang pada Balita', *Jurnal Abdimas-HIP*, 2(1).

BIODATA PENULIS



Iseu Siti Aisyah

Dosen tetap di Universitas Siliwangi Program Studi Gizi

Penulis lahir di Bandung pada tanggal 24 Juni 1980. Penulis merupakan dosen tetap di Universitas Siliwangi Program Studi Gizi. Penulis telah menyelesaikan pendidikan S1 di Institut Pertanian Bogor jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga tahun 2004, dan menyelesaikan S2 di Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Padjadjaran tahun 2009. Saat ini sedang menempuh pendidikan S3 bidang Ilmu Gizi di Institut Pertanian Bogor.

Penulis aktif mengajar mata kuliah Gizi Masyarakat, Ilmu Gizi Dasar, Metablisme Gizi Mikro, Masalah Gizi Ganda dan Isu Diet Mutakhir. Penulis juga aktif melakukan penelitian dan pengabdian masyarakat dalam bidang Gizi dan Kesehatan Masyarakat, yang artikelnya telah dipublikasikan di jurnal Nasional terakreditasi. Saat ini penulis mendapat tugas tambahan sebagai Wakil Dekan II bidang administrasi Umum dan Keuangan.

BIODATA PENULIS



Dr. Ilham Kamaruddin, S. Pd., M. Pd.

Dosen tetap pada Jurusan Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi
Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Makassar

Penulis lahir di Sinjai tanggal 19 Desember 1984. Penulis adalah dosen tetap pada Jurusan Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Makassar. Tahun 2007 menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Pendidikan Jasmani, Kesehatan dan Rekreasi FIK UNM. Pada tahun 2009 menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S2) pada Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Makassar Jurusan Pendidikan Jasmani dan Olahraga. Pada tahun 2019 menyelesaikan studi pada Program Dotor (S3) Jurusan Pendidikan Olahraga pada Pasca Sarjana, Universitas Negeri Jakarta. Selain aktif mengajar, penulis juga aktif mempublikasikan karya tulis ilmiahnya baik pada jurnal nasional maupun pada jurnal internasional. Beberapa Buku yang telah diterbitkan diantaranya buku Metodologi Penelitian, Beladiri anggar, Permainan Bola Kecil, Media Pengajaran, Manajemen Pendidikan, Konsep Dasar Ilmu Pendidikan, Strategi Pembelajaran dan Metodologi Penelitian Kesehatan Masyarakat.

BIODATA PENULIS



Urhuhe Dena Siburian.,

Dosen di Prodi D III Kebidanan Tarutung Poltekkes Kemenkes Medan

Urhuhe Dena Siburian., Lahir di Sei Bejangkar, menyelesaikan pendidikan SD sampai SMA di Kisaran Kabupaten Asahan, Sumatera Utara. Melanjutkan kuliah S1 di Fakultas kesehatan Masyarakat USU Medan dan melanjutkan S2 di Fakultas Kesehatan Masyarakat USU Medan jurusan Promosi Kesehatan dan Ilmu Perilaku. Saat ini aktif sebagai dosen di Prodi D III Kebidanan Tarutung Poltekkes Kemenkes Medan.

Penulis mengampu mata kuliah Gizi dalam Kesehatan Reproduksi, Sosial Budaya, Ilmu Kesehatan Masyarakat, Kebidanan Komunitas, Kewirausahaan dan aktif melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat di bidang kebidanan dan kesehatan masyarakat. Publikasi dalam jurnal ilmiah terakreditasi dan mendapatkan hak cipta atas karya yang dihasilkan. Semoga pembaca memperoleh tambahan pengetahuan dari buku ini.

BIODATA PENULIS



Leny Eka Tyas Wahyuni, S.Gz., M.Si.
Dosen Universitas Mulawarman

Penulis lahir di Banyuwangi, Jawa Timur 25 Juni 1992. Penulis tertarik dengan Ilmu Gizi dan Kesehatan sejak tahun 2010 ketika penulis mulai menempuh pendidikan di Program Studi D-III Gizi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang. Penulis lulus program D-III Gizi tahun 2013 dengan gelar Ahli Madya Gizi. Penulis melanjutkan pendidikan Strata I di Program Studi S1 Ilmu Gizi, Departemen Gizi Masyarakat, IPB University tahun 2014 dan lulus dengan gelar Sarjana Gizi tahun 2016, kemudian penulis melanjutkan pendidikan Magister Gizi tahun 2017 di Program Studi Ilmu Gizi, Sekolah Pascasarjana, IPB University dan lulus dengan gelar Magister Sains pada tahun 2019.

Saat ini penulis berkarir sebagai Dosen di Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman. Penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan penulis yaitu di bidang Gizi Klinis, Gizi Masyarakat, dan Gizi Pangan. Beberapa penelitian penulis telah dipublikasikan pada jurnal Nasional dan Internasional. Penulis juga aktif mengikuti survei nasional bersama dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI.

Email Penulis: tyasleny@gmail.com

BIODATA PENULIS



Efina Amanda, S.Gz., M.Gz
Dosen S1 Gizi STIKES Banyuwangi

Penulis bernama lengkap Efina Amanda, lahir di Banyuwangi tanggal 03 Agustus 1996. Ia adalah anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menyelesaikan pendidikan D3, S1, dan S2 pada jurusan Ilmu Gizi, dan kini penulis merupakan salah satu dosen pada Program Studi S1 Gizi STIKES Banyuwangi.

BIODATA PENULIS



Mulya Agustina, S.Gz., M.Si
Dosen Gizi STIKES Banyuwangi

Penulis lahir di Bone tanggal 31 Agustus 1993. Penulis adalah dosen tetap dan Ketua Program Studi S1 Gizi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Banyuwangi. Penulis mulai tertarik dengan ilmu gizi pada tahun 2011 di saat penulis memutuskan untuk menempuh pendidikan Diploma III di Institut Pertanian Bogor di Program Keahlian Manajemen Industri Jasa Makanan dan Gizi, kemudian melanjutkan ekstensi ke Strata 1 di Universitas Esa Unggul pada tahun 2014 dengan jurusan Ilmu Gizi. Setelah mendapatkan gelar Sarjana Gizi tahun 2016, penulis menempuh pendidikan Magister di Program Studi Ilmu Gizi, Institut Pertanian Bogor pada tahun 2017 dan lulus dengan gelar Magister Sains.

Penulis memiliki ketertarikan pada bidang gizi manusia dan gizi masyarakat. Selain melaksanakan tugas pendidikan dan penelitian, penulis juga aktif melakukan pengabdian masyarakat dan menjadi pemateri di seminar nasional. Penulis telah menulis beberapa buku terkait gizi dan kesehatan.

BIODATA PENULIS



Ilmi Dewi Astuti, S.Gz, M.Si
Dosen Universitas Negeri Malang

Penulis dilahirkan di Tulungagung pada tanggal 1 Agustus 1994 dari pasangan Bapak Karsono dan Ibu Ratna (almh). Penulis menamatkan pendidikan Sarjana pada tahun 2016 di Universitas Brawijaya pada Program Studi Ilmu Gizi. Pendidikan S2 ditempuh penulis di Institut Ilmu Pertanian Bogor tahun 2017 pada Program Studi Ilmu Gizi dan memperoleh gelar Magister pada tahun 2020. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen Universitas Negeri Malang.

Penulis tentunya juga aktif melakukan tri dharma perguruan tinggi. Hingga saat ini penulis telah menerbitkan beberapa buku dan artikel di jurnal nasional maupun internasional. Buku terbaru penulis berjudul Pendidikan Ilmu Gizi yang terbit pada tahun 2022. Artikel terbaru penulis berjudul *Characteristics of Inulin-Enriched Instant Porridge and its Effectiveness to Increase Calcium Absorption in Infant Rat Models* yang dipublikasikan pada jurnal *Current Research in Nutrition and Food Science (Q3)* tahun 2020. Selain itu, penulis juga pernah menulis abstrak yang berjudul *Effects of Saba Banana (Musa acuminata x Balbisiana) Peel Flour on Lipid Profile of Male Wistar Rats Treated With Repeatedly Heated Cooking Oil* dan telah dipublikasikan pada jurnal *Annals of Nutrition and Metabolism (Q1)* pada tahun 2019.

BIODATA PENULIS



Rahmawati, S.Gz, M.Si

Staf Dosen Akademi Keperawatan Yapenas 21 Maros

Penulis lahir di Maros 12 Agustus 1988. Ia lulusan S1 Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin tamat 2011. Setelah selesai pendidikan, ia bekerja sebagai Koodinator Tenaga Kesehatan Gizi di Puskesmas Weriagar 2011-2013, kemudian melanjutkan pendidikan S2 di Ilmu Gizi Masyarakat Fakultas Ekologi Manusia IPB tamat 2015 dengan bantuan beasiswa BPPDN calon dosen tahun 2013. Saat ini penulis sedang melanjutkan pendidikan S3 di Ilmu Gizi Masyarakat Fakultas Ekologi Manusia IPB dengan bantuan beasiswa Dosen BPI-LPDP tahun 2021. Penulis saat ini juga aktif melakukan kegiatan publikasi baik jurnal nasional maupun internasional. Penulis telah menerbitkan beberapa buku diantaranya buku ajar Ilmu Gizi Keperawatan tahun 2020, dan Ilmu Kesehatan Masyarakat tahun 2021, serta buku chapter Analisis Kimia Bahan Pangan 2022.

BIODATA PENULIS



M. Nur Dewi Kartikasari, SST, M.Kes
Staf Dosen D III Kebidanan SV UNS

M. Nur Dewi Kartikasari lahir di Surakarta, pada 18 Desember 1983. Penulis tercatat sebagai Staf Pengajar UNS Surakarta sejak tahun 2008. Wanita yang sering disapa Dewi ini merupakan seorang Ibu dari 4 orang anak. Dewi merupakan Pengajar mata kuliah Asuhan Kehamilan dan beberapa mata kuliah lainnya serta menjadi pembimbing kegiatan fieldlab: praktik klinik kebidanan. Tugas tambahan saat ini sebagai koordinator SPMI Unit Penjaminan Mutu Sekolah Vokasi UNS.

Email : dewi1812.uns@gmail.com