



# ILMU GIZI DASAR

Andi Eka Yunianto • Sanya Anda Lusiana • Nining Tyas Triatmaja • Suryana  
Nurul Utami • Wilda Yunieswati • Windi Indah Fajar Ningsih  
Rosmauli Jerimia Fitriani • Niken Bayu Argaheni  
Fatmalina Febry • Amalina Ratih Puspa  
Dominikus Raditya Atmaka • Anwar Lubis



# **ILMU GIZI DASAR**

## UU 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

### Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

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

### Pembatasan Perlindungan Pasal 26

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

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

### Sanksi Pelanggaran Pasal 113

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

# Ilmu Gizi Dasar

Andi Eka Yuniarto, Sanya Anda Lusiana, Nining Tyas Triatmaja  
Suryana, Nurul Utami, Wilda Yunieswati, Windi Indah Fajar Ningsih  
Rosmauli Jerimia Fitriani, Niken Bayu Argaheni, Fatmalina Febry  
Amalina Ratih Puspa, Dominikus Raditya Atmaka, Anwar Lubis



Penerbit Yayasan Kita Menulis

# Ilmu Gizi Dasar

Copyright © Yayasan Kita Menulis, 2021

Penulis:

Andi Eka Yuniyanto, Sanya Anda Lusiana, Nining Tyas Triatmaja  
Suryana, Nurul Utami, Wilda Yunieswati, Windi Indah Fajar Ningsih  
Rosmauli Jerimia Fitriani, Niken Bayu Argaheni  
Fatmalina Febry, Amalina Ratih Puspa  
Dominikus Raditya Atmaka, Anwar Lubis

Editor: Alex Rikki & Janner Simarmata  
Desain Sampul: Devy Dian Pratama, S.Kom.

Penerbit

Yayasan Kita Menulis  
Web: [kitamenulis.id](http://kitamenulis.id)  
e-mail: [press@kitamenulis.id](mailto:press@kitamenulis.id)  
WA: 0821-6453-7176  
IKAPI: 044/SUT/2021

Andi Eka Yuniyanto., dkk.

Ilmu Gizi Dasar

Yayasan Kita Menulis, 2021

xvi; 220 hlm; 16 x 23 cm

ISBN: 978-623-342-197-3

Cetakan 1, Agustus 2021

- I. Ilmu Gizi Dasar
- II. Yayasan Kita Menulis

## Katalog Dalam Terbitan

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang memperbanyak maupun mengedarkan buku tanpa  
izin tertulis dari penerbit maupun penulis

# Kata Pengantar

Segala Puji dan Syukur kami panjatkan selalu kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Hidayah yang sudah diberikan sehingga kami dapat menyelesaikan buku yang berjudul “Ilmu Gizi Dasar” dengan tepat waktu. Tujuan dari penulisan buku ini tidak lain adalah untuk membantu dalam memahami konsep serta komponen yang terkait Ilmu Gizi Dasar.

Buku ini juga akan memberikan informasi secara lengkap mengenai:

Bab 1 Pengertian Karbohidrat

Bab 2 Klasifikasi Karbohidrat

Bab 3 Fungsi Karbohidrat

Bab 4 Kebutuhan Karbohidrat Dalam Sehari

Bab 5 Sumber Karbohidrat

Bab 6 Akibat Kekurangan dan Kelebihan Karbohidrat

Bab 7 Pencernaan dan Metabolisme

Bab 8 Kecukupan dan Kebutuhan Gizi

Bab 9 Perhitungan Perencanaan Konsumsi

Bab 10 Penilaian Konsumsi Pangan

Bab 11 Gizi dalam Daur Kehidupan

Bab 12 Penyakit Gizi Salah

Bab 13 Gizi dan Sosial Budaya Gizi

Kami sadar bahwa penulisan buku ini bukan merupakan buah hasil kerja keras kami sendiri. Ada banyak pihak yang sudah berjasa dalam membantu kami di dalam menyelesaikan buku ini. Maka dari itu, kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan buku ini

Pada kesempatan ini, penulis membuka ruang bagi para akademisi, praktisi dan para pembaca sekalian untuk memberikan saran, masukan maupun kritik yang sifatnya membangun demi penyempurnaan buku ini.

Medan, Agustus 2021

Tim Penulis

# Daftar Isi

Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Tabel .....	xv

## **Bab 1 Pengertian Karbohidrat**

1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Pengertian Karbohidrat .....	2
1.3 Terminologi .....	5
1.3.1 Gula .....	5
1.3.2 Gula Alkohol .....	7
1.3.3 Pati .....	8
1.3.4 Serat .....	8

## **Bab 2 Klasifikasi Karbohidrat**

2.1 Pendahuluan .....	11
2.2 Monosakarida .....	12
2.2.1 Glukosa .....	14
2.2.2 Galaktosa .....	15
2.2.3 Fruktosa .....	15
2.3 Disakarida .....	16
2.3.1 Sukrosa .....	16
2.3.2 Laktosa .....	17
2.3.3 Maltosa .....	18
2.3.4 Trehalosa .....	20
2.4 Oligosakarida .....	21
2.4.1 Rafinosa .....	22
2.4.2 Stakiosa .....	23
2.4.3 Verbaskosa .....	24
2.5 Polisakarida .....	25

2.5.1 Pati .....	27
2.5.2 Selulosa.....	29
2.5.3 Glikogen .....	30
2.5.4 Kitin .....	32
2.5.5 Agar .....	33
2.5.6 Xilan .....	34

### **Bab 3 Fungsi Karbohidrat**

3.1 Pendahuluan.....	35
3.2 Fungsi Karbohidrat sebagai Sumber Energi Utama .....	36
3.3 Fungsi Karbohidrat Kompleks (Serat) untuk Kesehatan Tubuh.....	38
3.3.1 Fungsi Karbohidrat Kompleks pada Sistem Pencernaan .....	39
3.3.2 Fungsi Karbohidrat Kompleks dalam Manajemen Obesitas .....	39
3.3.3 Fungsi Karbohidrat Kompleks dalam Manajemen Penyakit Kardiovaskuler .....	40
3.3.4 Fungsi Karbohidrat Kompleks dalam Manajemen Diabetes Mellitus ...	40
3.4 Fungsi Karbohidrat sebagai Penyusun Materi Genetik .....	41
3.5 Fungsi Karbohidrat sebagai Cadangan Energi.....	41
3.6 Fungsi Karbohidrat sebagai Penyusun Struktur Sel.....	42
3.7 Fungsi Karbohidrat sebagai Pengatur Metabolisme Lemak .....	42
3.8 Fungsi Karbohidrat dalam Pengolahan Bahan Pangan .....	43

### **Bab 4 Kebutuhan Karbohidrat Dalam Sehari**

4.1 Pendahuluan.....	45
4.2 Kebutuhan Karbohidrat.....	47
4.3 Kebutuhan Serat .....	52
4.4 Angka Kecukupan Karbohidrat dan Serat Anjuran .....	55

### **Bab 5 Sumber Karbohidrat**

5.1 Pendahuluan.....	57
5.2 Karbohidrat .....	58
5.3 Sumber Karbohidrat .....	59
5.3.1 Beras.....	59
5.3.2 Terigu.....	61
5.3.3 Padi-padian .....	62
5.3.4 Umbi.....	62
5.3.5 Roti .....	68
5.3.6 Makanan Jadi.....	69

**Bab 6 Akibat Kekurangan dan Kelebihan Karbohidrat**

6.1 Penyebab Kekurangan dan Kelebihan Karbohidrat .....	71
6.2 Akibat Kekurangan Karbohidrat .....	72
6.2.1 Kekurangan Energi Protein (KEP) .....	72
6.2.2 Kehilangan Massa Lemak dan Otot .....	74
6.2.3 Hipoglikemia.....	74
6.2.4 Asidosis .....	75
6.2.5 Penurunan Sistem Kekebalan Tubuh .....	76
6.2.6 Kelelahan dan Penurunan Tingkat Energi .....	76
6.2.7 Kematian .....	76
6.3 Akibat Kelebihan Karbohidrat .....	77
6.3.1 Obesitas .....	77
6.3.2 Penyakit Diabetes Mellitus.....	78
6.3.3 Penyakit Jantung Koroner .....	80

**Bab 7 Pencernaan dan Metabolisme**

7.1 Pendahuluan.....	81
7.2 Sistem pencernaan .....	82
7.2.1 Organ pencernaan.....	83
7.2.2 Enzim pencernaan .....	84
7.3 Proses pencernaan makanan .....	86
7.3.1 Penyerapan dan metabolisme zat gizi .....	88
7.3.2 Masalah pencernaan dan metabolisme .....	89

**Bab 8 Kecukupan dan Kebutuhan Gizi**

8.1 Pendahuluan.....	91
8.2 Angka Kecukupan Gizi.....	92
8.3 Kebutuhan Gizi.....	97
8.3.1 Metabolisme Basal .....	97
8.3.2 Aktivitas Fisik.....	98
8.3.3 Efek makananan atau pengaruh dinamik khusus (Specific Dynamic Action/ SDA) .....	99
8.3.4 Kebutuhan Energi Harian .....	99
8.3.5 Kebutuhan Zat Gizi Makro .....	99
8.3.6 Kebutuhan Zat Gizi Mikro .....	101

**Bab 9 Perhitungan Perencanaan Konsumsi**

9.1 Pendahuluan.....	103
9.2 Daftar Penukar Bahan Makanan (DPBM) .....	104
9.3 Menyusun Menu.....	114

**Bab 10 Penilaian Konsumsi Pangan**

10.1 Pendahuluan.....	125
10.2 Secara Tidak Langsung.....	126
10.2.1 Neraca Bahan Makanan .....	127
10.2.2 Metode Food Account .....	128
10.3 Secara Langsung.....	129
10.3.1 Metode Dietary History .....	129
10.3.2 Metode Food Recall 24 Hours .....	131
10.3.3 Food Frequency Questionnaire .....	133
10.3.4 Metode Weighed Food Record.....	136
10.3.5 Metode Estimated Food Record .....	138

**Bab 11 Gizi dalam Daur Kehidupan**

11.1 Gizi Ibu Hamil .....	141
11.1.1 Definisi dan Fisiologi kehamilan.....	141
11.1.2 Kebutuhan Energi dan Zat Gizi .....	143
11.1.3 Kondisi khas dan permasalahan .....	143
11.2 Gizi Anak.....	144
11.2.1 Tumbuh kembang .....	145
11.2.2 Kebutuhan energi dan zat gizi.....	145
11.2.3 Prinsip pemberian makan.....	146
11.3 Gizi Remaja .....	148
11.3.1 Tumbuh kembang.....	148
11.3.2 Kebutuhan Energi dan Zat Gizi .....	149
11.3.3 Prinsip Pemberian Makan .....	151
11.4 Gizi Dewasa.....	152
11.4.1 Karakteristik .....	152
11.4.2 Kebutuhan Energi dan Zat Gizi .....	153
11.4.3 Prinsip Pemberian Makan .....	154

**Bab 12 Penyakit Gizi Salah**

12.1 Pendahuluan.....	155
12.2 Marasmus.....	156
12.3 Obesitas .....	160
12.4 Sindroma Metabolik.....	165
12.5 Diabetes Melitus.....	170

**Bab 13 Gizi dan Sosial Budaya Gizi**

13.1 Pendahuluan.....	175
13.2 Gizi dan Budaya .....	177
13.2.1 Budaya Pangan .....	177
13.2.2 Food Avoidances atau Food Taboos .....	179
13.2.3 Pengelompokan Jenis Pangan .....	182
13.2.4. Fungsi Sosial Makanan dalam Masyarakat .....	183

Daftar Pustaka.....	187
Biodata Penulis .....	215



# Daftar Gambar

Gambar 1.1 : Struktur Kimia Karbohidrat .....	3
Gambar 1.2 : Kategori Gula.....	6
Gambar 2.1: Aldosa dan Ketosa .....	12
Gambar 2.2: Monosakarida .....	13
Gambar 2.3: Epimer .....	14
Gambar 2.4: Glukosa.....	16
Gambar 2.5: Sukrosa .....	17
Gambar 2.6: Laktosa .....	18
Gambar 2.7: Maltosa .....	20
Gambar 2.8: Trehalosa .....	21
Gambar 2.9: Rafinosa .....	23
Gambar 2.10: Stakiosa .....	24
Gambar 2.11: Verbaskosa .....	24
Gambar 2.12: Polisakarida .....	26
Gambar 2.13: Amilosa .....	28
Gambar 2.14: Amilopektin .....	28
Gambar 2.15: Selulosa .....	29
Gambar 2.16: Glikogen .....	31
Gambar 2.17: Kitin .....	32
Gambar 2.18: Agar .....	33
Gambar 2.19: Xilan .....	34
Gambar 5.1: Beras Putih, Beras Merah, dan Beras Hitam .....	60
Gambar 5.2: Ubi Kayu .....	63
Gambar 5.3: Ubi Jalar .....	64
Gambar 5.4 : Kentang .....	65
Gambar 5.5 : Ganyong .....	66
Gambar 5.6 : Talas.....	67
Gambar 5.7 : Sagu .....	67
Gambar 7.1: Anatomi dan komponen sistem pencernaan.....	82
Gambar 7.2.2 : Proses Pencernaan dalam mengubah makanan menjadi partikel yang lebih kecil .....	85

---

Gambar 7.3 : Proses menelan .....	86
Gambar 10.1: Gambaran Metode Penilaian Konsumsi Pangan .....	126
Gambar 10.2: Formulir Neraca Bahan Makanan .....	128
Gambar 10.3: Formulir Dietary History untuk Individu .....	130
Gambar 10.4: Formulir Food Frequency Questionnaire .....	134
Gambar 10.5: Formulir Weighed Food Record .....	137
Gambar 12.1: Karakteristik Anak Marasmus .....	156
Gambar 12.2: Patofisiologi Penyakit Komorbid yang Bisa Terjadi Terkait Obesitas .....	161
Gambar 12.3: Hubungan Konsumsi Makanan Tertentu Terhadap Perubahan Berat Badan .....	163
Gambar 12.4: Tipe Operasi Bariatric .....	165
Gambar 13.1. Kerangka konsep Faktor – Faktor yang Memengaruhi Status Gizi Ibu dan Anak .....	176

# Daftar Tabel

Tabel 1.1: Terminologi Gula dalam Rekomendasi Diet .....	7
Tabel 3.1: Tipe, sumber dan fungsi serat .....	38
Tabel 4.1: Kriteria, Nilai EAR dan RDA untuk Karbohidrat menurut Kelompok Tahap Kehidupan .....	51
Tabel 4.2 : Kriteria dan Nilai Kecukupan Asupan (AI) untuk Total Serat menurut Kelompok Umur .....	54
Tabel 4.3 : Angka Kecukupan Karbohidrat dan Serat berdasarkan Kelompok Umur dan Jenis kelamin .....	55
Tabel 7.1 : Enzim dalam proses pencernaan zat gizi makro .....	85
Tabel 8.1: Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, Karbohidrat, Serat, dan Air yang Dianjurkan (Per Orang Per Hari).....	92
Tabel 8.2: Angka Kecukupan Vitamin yang Dianjurkan (per orang per hari).....	95
Tabel 8.3: Angka Kecukupan Mineral yang dianjurkan (per orang per hari) ..	96
Tabel 9.1: Alat Ukur dan Ukuran Rumah Tangga .....	105
Tabel 9.2: Daftar Pangan Sumber Karbohidrat Sebagai Penukar 1 (Satu) Porsi Nasi.....	106
Tabel 9.3: Contoh Golongan I Sumber Karbohidrat.....	107
Tabel 9.4: Daftar Pangan Sumber Protein Nabati Sebagai Penukar 1 Porsi Tempe.....	108
Tabel 9.5: Daftar Lauk Pauk Sumber Protein Hewani Sebagai Penukar 1 Porsi Ikan Segar .....	108
Tabel 9.6: Daftar Pangan Lain Sumber Protein Hewani Sebagai Penukar 1 Porsi Ikan Segar.....	109
Tabel 9.7: Daftar Pangan Sumber Protein Hewani Dengan 1 (Satu) Satuan Penukar Yang Mengandung: 7 Gram Protein, 2 Gram Lemak Dan 50 Kalori .....	109
Tabel 9.8: Contoh Golongan III Sumber Protein Nabati.....	110
Tabel 9.9: Daftar Pangan Sumber Protein Hewani Dengan 1 (Satu) Satuan Penukar Yang Mengandung: 7 Gram Protein, 5 Gram Lemak Dan 75 Kalori .....	111
Tabel 9.10: Daftar Pangan Sumber Protein Hewani Dengan 1 (Satu) Satuan	

---

Penukar Yang Mengandung: 7 Gram Protein, 13 Gram Lemak Dan 150 Kalori .....	111
Tabel 9.11: Golongan A .....	112
Tabel 9.12: Golongan B .....	112
Tabel 9.13: Golongan C .....	112
Tabel 9.14: Kelompok Buah-Buahan (Berat tanpa kulit dan biji (berat bersih))..	113
Tabel 9.15: Umur Bayi dengan Pola Makan .....	114
Tabel 9.16: Menghitung Energi Menu Balita.....	115
Tabel 9.17: Kebutuhan Makanan untuk Remaja.....	117
Tabel 9.18: Kebutuhan Makanan untuk Dewasa .....	118
Tabel 9.19: Kebutuhan Makanan untuk Ibu Menyusui .....	120
Tabel 9.20: Kebutuhan Makanan untuk Manula.....	122
Tabel 10.1: Kekuatan dan Keterbatasan Dietary History .....	131
Tabel 10.2: Kekuatan dan Keterbatasan Metode 24-Hour Recall .....	132
Tabel 10.3: Kekuatan dan Keterbatasan Food Frequency Questionnaire ..	136
Tabel 10.4: Kekuatan dan Keterbatasan Weighed Food Record .....	137
Tabel 10.5: Kekuatan dan Keterbatasan Estimated Food Record .....	138
Tabel 11.1: Angka Kecukupan Gizi (AKG) Anak yang dianjurkan (per orang per hari) .....	146
Tabel 11.2: Angka Kecukupan Gizi (AKG) remaja yang dianjurkan (per orang per hari).....	150
Tabel 11.3: Angka Kecukupan Gizi (AKG) remaja yang dianjurkan (per orang per hari) .....	153
Tabel 12.1: Klasifikasi Indeks Massa Tubuh .....	160
Tabel 12.2: Kriteria Sindroma Metabolik .....	166
Tabel 12.3: Perbaikan Sindroma Metabolik dengan Pola Diet .....	168
Tabel 12.4: Pengaruh Komponen Diet Terhadap Sensitivitas Insulin .....	173

# Bab 1

## Pengertian Karbohidrat

### 1.1 Pendahuluan

Karbohidrat makanan adalah kelompok zat yang beragam dengan berbagai sifat kimia, fisik dan fisiologis. Sementara karbohidrat pada dasarnya adalah substrat untuk metabolisme energi. Karbohidrat dapat memengaruhi rasa kenyang, glukosa darah dan insulin, metabolisme lipid dan, melalui fermentasi, memberikan kontrol utama pada fungsi kolon, metabolisme dan keseimbangan komensal flora di dalam usus serta kesehatan sel epitel usus besar. Karbohidrat juga sebagai imunomodulator dan memengaruhi penyerapan kalsium. Sifat-sifat ini memiliki implikasi bagi kesehatan manusia serta berkontribusi terutama pada pengendalian berat badan, diabetes dan penuaan, penyakit kardiovaskular, kepadatan tulang, kanker usus besar, sembelit dan resistensi terhadap infeksi usus (Cummings and Stephen, 2007).

Karbohidrat adalah biomolekul paling melimpah yang termasuk dalam kelas senyawa organik yang ditemukan pada organisme hidup di bumi. Setiap tahun, lebih dari 100 miliar metrik ton CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O diubah menjadi selulosa dan produk tanaman lainnya karena fotosintesis. Makhluk hidup sebagian besar terbuat dari biomolekul yang terdiri dari air dan polimer kompleks asam amino, lipid, nukleotida, dan karbohidrat. Karbohidrat adalah yang paling istimewa karena tetap terkait dengan tiga polimer lain yang disebutkan. Karbohidrat dihubungkan dengan polimer asam amino (protein) membentuk glikoprotein

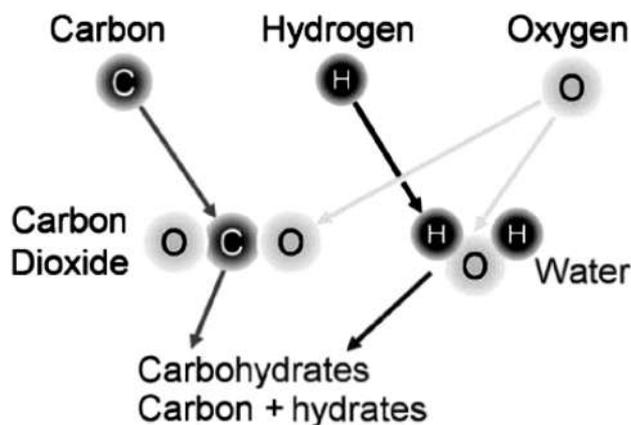
sedangkan dengan lipid sebagai glikolipid. Karbohidrat terdapat dalam DNA dan RNA, yang pada dasarnya merupakan polimer dari D-ribosa-fosfat dan 2-deoksi-D-ribosa fosfat yang basa purin dan pirimidinnya melekat pada posisi reduksi C-1. Karbohidrat adalah kelompok senyawa yang sangat beragam yang ada di alam. Lebih dari 75% dari berat kering dunia tumbuhan adalah karbohidrat di alam - terutama selulosa, hemiselulosa dan lignin (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Karbohidrat terdiri dari kelompok komprehensif zat alami, yang meliputi gula dan turunan gula yang tak terhitung banyaknya, serta karbohidrat dengan berat molekul tinggi (polisakarida) seperti pati dan selulosa pada tumbuhan dan glikogen pada hewan. Sebuah molekul polisakarida terdiri dari sejumlah besar gula atau unit seperti gula.

Karbohidrat sangat penting dalam ilmu gizi. Reaksi unik, yang memungkinkan kehidupan di Bumi, yaitu asimilasi tanaman hijau, menghasilkan gula, yang tidak hanya berasal dari semua karbohidrat tetapi, secara langsung atau tidak langsung, semua komponen organisme hidup lainnya. Karbohidrat merupakan sumber utama energi metabolisme, baik untuk tumbuhan maupun hewan yang bergantung pada tumbuhan untuk makanannya. Selain gula dan pati yang memenuhi peran gizi penting, karbohidrat juga berfungsi sebagai bahan struktural (selulosa), komponen senyawa transpor energi ATP, pengenalan pada permukaan sel, dan salah satu dari tiga komponen penting DNA dan RNA (Khowala, Verma and Banik, 2008).

## 1.2 Pengertian Karbohidrat

Karbohidrat adalah aldehida atau keton polihidroksilasi dan turunannya. Kata "karbohidrat" mencakup polimer dan senyawa lain yang disintesis dari aldehida dan keton terpolihidroksilasi Karbohidrat sederhana atau seluruh keluarga karbohidrat juga dapat disebut sakarida. Secara umum karbohidrat memiliki rumus empiris  $(CH_2O)_n$  (Gambar 2.1). Istilah yang dihasilkan dari karbon dan hidrat; meskipun beberapa juga mengandung nitrogen, fosfor, atau belerang. Secara kimia, karbohidrat adalah molekul yang terdiri dari karbon, bersama dengan hidrogen dan oksigen - biasanya dalam rasio yang sama seperti yang ditemukan dalam air  $(H_2O)$ (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 1.1 :** Struktur Kimia Karbohidrat (Khowala, Verma and Banik, 2008)

Karbohidrat menambah rasa dan penampilan makanan, sehingga membuat hidangan menggoda dan menggugah selera. Karbohidrat biasanya digunakan sebagai rasa dan pemanis. Karbohidrat membantu mengatur glukosa darah dan juga bermanfaat bagi tubuh kita dengan memecah asam lemak, sehingga mencegah ketosis. Berbicara tentang pentingnya karbohidrat, selain manfaat langsungnya, ada juga keuntungan tambahan dari konsumsi karbohidrat, yaitu karbohidrat ditemukan dalam berbagai makanan, yang jika dimakan, juga membuka jalan untuk mengonsumsi nutrisi penting lainnya. Oleh karena itu, lebih baik untuk mencari sumber makanan karbohidrat yang khas.

Karbohidrat adalah senyawa biologis umum yang terdiri dari karbon, oksigen, dan hidrogen dengan perbandingan 1:1 :2. Mereka membentuk blok bangunan dasar dari struktur tanaman dan adalah bahan bakar energi utama bagi manusia (Kohlmeier, 2003). Karbohidrat adalah zat yang mengandung karbon, hidrogen dan oksigen yang sesuai dengan empiris rumus,  $C_x(H_2O)_y$ . Karena hidrogen dan oksigen ada di tempat yang sama proporsi seperti dalam air, diyakini bahwa ini merupakan kelompok senyawa dapat dijelaskan secara kimia sebagai hidrat karbon. Dengan berlalunya waktu, itu menjadi jelas bahwa representasi ini tidak memadai sesuai dengan fakta. Misalnya,  $C_3H_6O_3$  juga rumus asam laktat yang memiliki perbedaan kimia dengan karbohidrat sementara  $C_5H_{10}O_4$ , 2-deoxyribose, dengan kata lain yang disebut karbohidrat. Beberapa karbohidrat mengandung unsur-unsur nitrogen dan belerang. Salah satu atom karbon

membentuk gugus karbonil (aldehida atau keton). sedangkan atom karbon lainnya menunjukkan kelompok hidroksil. Sekarang ini istilah karbohidrat dipertahankan untuk menggambarkan zat-zat yang lebih akurat didefinisikan sebagai polihidroksialdehida atau polihidroksiketon dengan definisi diperluas ke termasuk turunannya dan polimerisasi produk turunannya melalui reaksi kondensasi (Blanco and Blanco, 2017).

Karbohidrat adalah komponen penting lainnya dari makhluk hidup. Karbohidrat memiliki peran struktural, membentuk komponen pada serat tanaman dan berfungsi sebagai cadangan nutrisi, disimpan dalam akar, biji, dan buah-buahan. Karbohidrat juga tersebar luas pada hewan, di mana mereka membentuk molekul relevansi struktural dan fungsional yang beragam.

Pada manusia, karbohidrat adalah sumber energi utama. Dalam diet gizi seimbang, mereka menyediakan 50%–60% dari total kalori yang dibutuhkan oleh seorang individu. Karbohidrat merupakan sumber karbon untuk biosintesis senyawa lain. Kebanyakan masyarakat tahu bahwa tubuh menggunakan karbohidrat untuk energi (Khowala, Verma and Banik, 2008). Misalnya, glukosa karbohidrat sederhana (dekstrosa) dioksidasi oleh sel-sel hati. Sebagai gantinya, sel menghasilkan adenosin trifosfat (ATP), senyawa penyedia energi utama dalam sel. Namun, karbohidrat digunakan dalam berbagai cara oleh tumbuhan, hewan, dan bakteri, tidak hanya untuk energi.

Dalam anabolisme karbohidrat, asam organik sederhana dapat diubah menjadi monosakarida seperti glukosa dan kemudian digunakan untuk merakit polisakarida seperti pati.

Dalam sel hidup, glukosa dioksidasi untuk menghasilkan karbon dioksida dan energi. Energi yang dihasilkan berupa ATP dan panas. Reaksi ini sama seperti pembakaran. Berikut adalah reaksi gula menjadi energi:



Karbohidrat terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen dan didefinisikan sebagai polihidroksi- aldehida atau polihidroksi-keton. Karbohidrat memiliki aldehida atau keton dan berbagai fungsi alkohol. Zat yang membuat polihidroksi-aldehida atau polihidroksiketon ini ketika mengalami hidrolisis juga dianggap karbohidrat (Kamerling and Vliegthart, 2021).

Karbohidrat dibagi menjadi beberapa kategori: berdasarkan jumlah unit gula dan bagaimana unit gula secara kimia terikat satu sama lain. Kategori termasuk gula, pati, dan serat. Gula adalah intrinsik dalam buah-buahan dan produk susu.

Gula juga ditambahkan untuk makanan selama pemrosesan dan persiapan atau sebagai gula meja. “Gula tambahan” berfungsi sebagai mempermanis rasanya makanan dan minuman dan meningkatkan palatabilitas. Gula juga digunakan dalam pengawetan makanan dan juga memiliki sifat fungsional seperti viskositas, tekstur, tubuh, dan pencoklatan. Gula menyediakan kalori tetapi miskin vitamin, mineral, atau nutrisi penting lainnya (Slavin and Carlson, 2014).

Pati terdiri dari banyak kandungan glukosa terbuat dari banyak unit gula yang terikat bersama. Pati ditemukan dalam banyak makanan, termasuk sayuran, kacang-kacangan, dan biji-bijian. Sebagian besar pati dipecah menjadi gula oleh enzim pencernaan dalam tubuh, tetapi beberapa pati resisten terhadap enzim pencernaan. Pati resisten tidak seperti kebanyakan pati, ikatan kimia pada pati resisten ini tidak dapat dipecah oleh enzim pencernaan dan relatif utuh ke dalam usus besar. Di dalam usus besar serat bisa menjadi difermentasi oleh mikroflora kolon atau dapat melewati usus besar dan mengikat air, meningkatkan berat tinja (Slavin and Carlson, 2014).

## 1.3 Terminologi

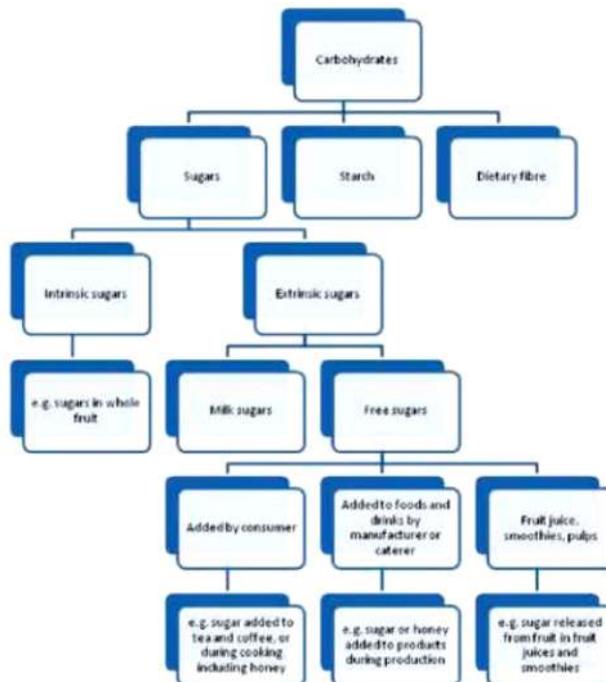
Beberapa terminologi gula sebagai sumber karbohidrat. Berikut merupakan terminologi berbagai jenis gula menurut Food and Drug Administration (2017) yaitu:

### 1.3.1 Gula

Gula adalah jenis karbohidrat terkecil dan termasuk gula tunggal dan ada pula dua gabungannya dari molekul gula yang ditemukan secara alami dalam makanan seperti produk susu, buah-buahan, dan sayuran. Gula juga ditambahkan ke makanan dan minuman untuk rasa, tekstur dan pengawetan, dan sering ditemukan dalam makanan seperti: makanan penutup berbasis biji-bijian dan susu, minuman manis, dan permen.

Gula adalah sumber kalori utama tubuh. Tubuh memecah karbohidrat ini menjadi glukosa. Glukosa dalam darah yang sering disebut sebagai "gula darah" adalah sumber energi utama bagi tubuh. Gula juga digunakan untuk mempermanis, mengawetkan, zat penambah kekentalan dan meningkatkan fungsi atribut makanan (White, 2018).

Berdasarkan sudut pandang biokimia, gula dibedakan menjadi monosakarida yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa, dan disakarida yaitu sukrosa dan laktosa. Gula total mencakup semua gula alami dan gula tambahan, sesuai dengan yang ditambahkan ke makanan oleh pabrik, juru masak atau konsumen. Beberapa contoh gula dalam hal ini, termasuk sukrosa, fruktosa, glukosa, tinggi sirup fruktosa atau jus buah pekat, beberapa di antaranya juga secara alami hadir dalam makanan. Gula Bebas didefinisikan sebagai gula tambahan ditambah gula secara alami hadir dalam madu, sirup dan jus buah (Azais-Braesco et al., 2017).



**Gambar 1.2 :** Kategori Gula (Yeung, Goodfellow and Flanagan, 2015)

Gula dapat digambarkan menjadi 2 yaitu gula intrinsik maupun gula ekstrinsik. Gula intrinsik terjadi secara alami di dalam struktur seluler makanan, sedangkan gula ekstrinsik tidak. Gula ekstrinsik dapat terjadi secara alami, seperti: dalam madu dan laktosa, tetapi juga dapat ditambahkan ke makanan dan minuman oleh konsumen, produsen atau katering (Yeung, Goodfellow and Flanagan, 2015). Gula ekstrinsik dapat dikategorikan ke dalam gula susu dan gula bebas (Gambar 1.2). Umumnya, gula intrinsik tidak dianggap memiliki efek buruk pada

kesehatan umum atau kesehatan gigi, sedangkan gula bebas dianggap merugikan kesehatan dan berkontribusi terhadap kerusakan gigi dan epidemi obesitas. Berbagai istilah bisa digunakan untuk menggambarkan gula dalam rekomendasi diet (Tabel 1.1).

**Tabel 1.1:** Terminologi Gula dalam Rekomendasi Diet (Yeung, Goodfellow and Flanagan, 2015)

Terminologi	Sumber	Definisi
Gula ekstrinsik non-susu	UK, 1991	Gula tidak terkandung dalam struktur seluler makanan kecuali laktosa dalam susu dan produk susu.
Gula Bebas	World Health Organization, 2015	Gula bebas termasuk monosakarida dan disakarida ditambahkan ke makanan dan minuman oleh produsen, juru masak atau konsumen, dan gula alami seperti madu, sirup, buah jus dan konsentrat jus buah
Gula tambahan	US, 2005	Gula dan sirup yang ditambahkan ke makanan selama pemrosesan dan persiapan.
Gula tambahan	European Food Safety Authority, 2009	Sukrosa, fruktosa, glukosa, hidrolisat pati (sirup glukosa, sirup tinggi fruktosa) dan olahan gula terisolasi lainnya yang digunakan atau ditambahkan selama persiapan makanan dan manufaktur.

### 1.3.2 Gula Alkohol

Gula alkohol adalah karbohidrat yang secara kimiawi memiliki ciri-ciri: baik gula maupun alkohol. Gula alkohol ditemukan secara alami dalam jumlah kecil di berbagai buah dan sayuran. Gula alkohol juga diproduksi secara komersial dari gula dan pati serta ditambahkan sebagai pemanis rendah kalori pada makanan, seperti permen karet, makanan penutup berbahan dasar biji-bijian dan susu, serta permen.

Gula alkohol memberikan rasa manis dengan kalori lebih sedikit per gram daripada gula meja (sukrosa), dan biasanya digunakan sebagai pengganti gula dalam makanan. Gula alkohol juga memiliki fungsi lain dalam makanan, termasuk memberikan sensasi "dingin" di mulut, menambahkan tekstur pada makanan, dan membantu mempertahankan kelembapan dan mencegah pencoklatan.

### 1.3.3 Pati

Pati terdiri dari banyak molekul glukosa yang dihubungkan bersama menjadi rantai panjang. Pati ditemukan secara alami dalam buncis dan kacang polong (seperti kacang garbanzo, kacang merah, lentil, dan kacang polong), biji-bijian (seperti barley, beras merah, jagung, oat, dan gandum), dan sayuran (seperti wortel dan kentang). Pati juga dapat ditambahkan ke makanan selama pemrosesan atau persiapan untuk mengentalkan atau menstabilkan.

### 1.3.4 Serat

Pati adalah produk makanan penting dan biomaterial serbaguna yang digunakan di seluruh dunia untuk tujuan yang berbeda di banyak sektor industri termasuk makanan, kesehatan, tekstil, bidang kimia dan teknik. Fleksibilitas pati dalam aplikasi industri adalah sebagian besar ditentukan oleh sifat fisikokimia dan fungsinya. Pati dapat mengalami reaksi seperti hidrolisis, esterifikasi, eterifikasi dan oksidasi. Reaksi-reaksi ini menghasilkan pati termodifikasi yang dapat digunakan dalam makanan yang dipanggang, confectionari, sup dan salad dressing (Omorieghe Egharevba, 2020).

Serat makanan terdiri dari banyak molekul gula yang dihubungkan bersama. Tetapi tidak seperti pati, serat terikat bersama sedemikian rupa sehingga tidak bisa mudah dicerna. Ada dua jenis serat makanan: larut dan tidak larut. Serat makanan ditemukan dalam kacang-kacangan dan kacang polong, buah-buahan, kacang-kacangan dan biji-bijian, sayuran, dan makanan sereal (seperti beras merah dan gandum utuh) roti, sereal, pasta).

Serat makanan adalah bentuk karbohidrat yang tidak dapat dicerna, karena kurangnya enzim pencernaan pada manusia yang diperlukan untuk mencerna serat. Serat makanan dan lignin bersifat intrinsik bagi tanaman dan diklasifikasikan menurut sifat kelarutannya dalam air sebagai serat larut atau tidak larut. Serat larut air termasuk pektin, gom, fruktan, dan beberapa pati resisten. Serat larut air terdapat pada buah, sayuran, gandum, dan barley. Serat

larut telah terbukti menurunkan kolesterol darah melalui beberapa mekanisme. Di sisi lain, serat yang tidak larut dalam air mencakup lignin, selulosa, dan hemiselulosa; gandum utuh, kacang-kacangan, dan biji-bijian. Serat yang tidak larut dalam air memiliki pengosongan lambung yang cepat, dan dengan demikian dapat mengurangi waktu transit usus dan meningkatkan jumlah feses, sehingga meningkatkan keteraturan pencernaan (Soliman, 2019).



# Bab 2

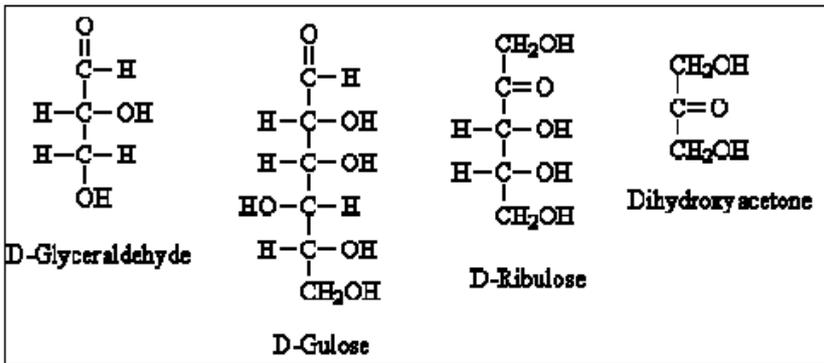
## Klasifikasi Karbohidrat

### 2.1 Pendahuluan

Karbohidrat merupakan sumber energi utama yang masuk ke dalam tubuh manusia (Caffall and Mohnen, 2009). Karbohidrat adalah bagian penting dari makromolekul alami yang terdiri dari: tiga unsur: karbon, hidrogen, dan oksigen serta termasuk kelompok yang paling melimpah. Otak terutama menggunakan glukosa. Sel darah merah juga menggunakan glukosa saja. Serat dalam makanan tidak dicerna oleh tubuh manusia karena kekurangan enzim selulase. Glukosa adalah sumber energi utama dalam tubuh. Glikogen penyimpanannya dalam bentuk glukosa dan glikogen disimpan dalam rangka otot dan hati. Kelebihan konsumsi glukosa maka akan diubah menjadi lemak dalam tubuh. Ribosa dimanfaatkan dalam pembentukan asam deoksiribonukleat (Hou and Lowary, 2009).

Karbohidrat disebut sakarida atau, jika relatif kecil disebut gula. Senyawa karbohidrat memiliki gugus fungsi yang sama, gliseraldehida dan gulosa diklasifikasikan sebagai aldosa dan ribulosa dan dihidroksiaseton sebagai ketosa (Gambar 3.1). Selain gula dan pati yang memenuhi peran nutrisi penting ini, karbohidrat juga berfungsi sebagai bahan struktural (selulosa), komponen senyawa transpor energi ATP, situs pengenalan pada permukaan sel, dan salah satu dari tiga komponen penting DNA dan RNA (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Semua karbohidrat berbagi struktur umum yang terdiri dari aldehida atau keton yang terikat pada sejumlah variabel gugus hidroksil. Karbohidrat dapat diklasifikasikan berdasarkan atom karbon yang ada dalam karbohidrat. Karbohidrat diklasifikasikan menjadi empat jenis: monosakarida, disakarida, oligosakarida, polisakarida. Monosakarida tidak dapat dihidrolisis ke bentuk yang lebih sederhana. Disakarida ketika dihidrolisis akan menghasilkan dua monosakarida. Polisakarida yaitu homopolisakarida dan heteropolisakarida (Asif et al., 2011).

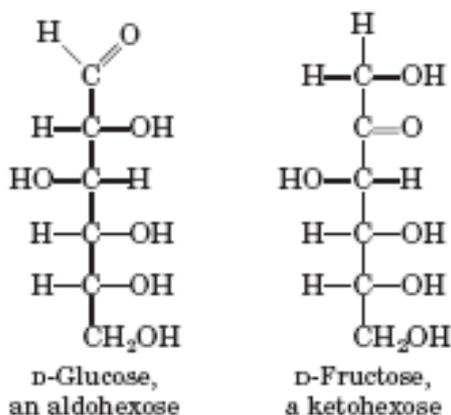


**Gambar 2.1:** Aldosa dan Ketosa (Khowala, Verma and Banik, 2008)

## 2.2 Monosakarida

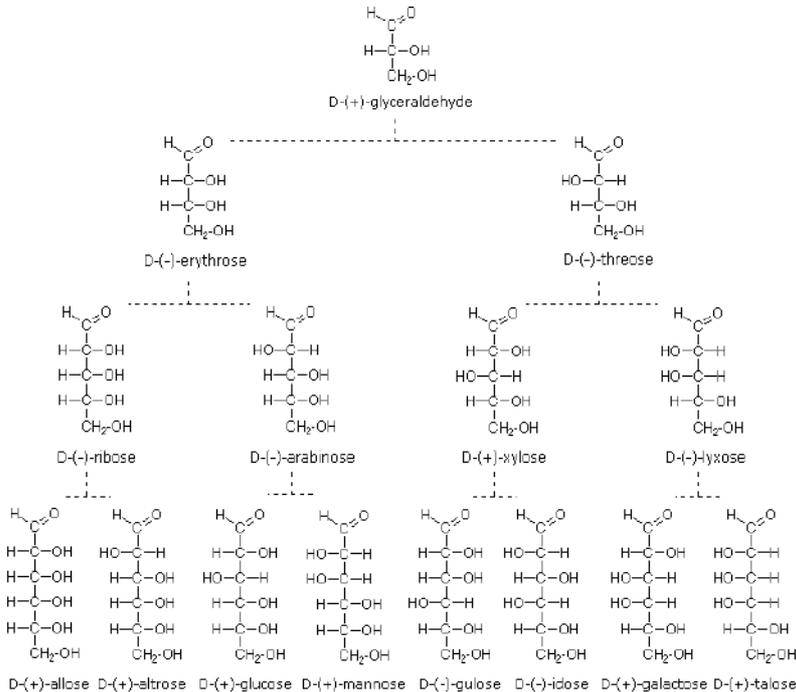
Monosakarida adalah karbohidrat paling sederhana, sesuai dengan rumus kimia umum ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) dan disebut gula sederhana (mono = satu, sakarida = gula) di mana terbentuknya disakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Monosakarida mengandung tiga sampai tujuh atom karbon, dan berfungsi sebagai blok bangunan untuk molekul yang lebih besar (Gambar. 2.2) Monosakarida yang paling umum terjadi mengandung tiga hingga enam atom karbon dalam ikatan tunggal yang tidak mempunyai rantai bercabang. Monosakarida ditandai dengan akhiran -ose. Klasifikasi lebih lanjut menggunakan jumlah atom karbon dan kelompok karbonil fungsional. Monosakarida yang mengandung kelompok aldehida disebut sebagai aldosa; yang mengandung gugus keton adalah ketosa. Monosakarida larut dalam air tetapi tidak larut dalam pelarut non-polar (Khowala, Verma and Banik, 2008). Monosakarida mudah diserap di usus.

Semua jenis karbohidrat lainnya seperti disakarida dan polisakarida tidak diserap secara langsung. Semua disakarida dan polisakarida akhirnya diubah menjadi monosakarida. Monosakarida penting dalam tubuh terutama glukosa, fruktosa dan galaktosa. (Campbell et al., 2010).



**Gambar 2.2:** Monosakarida (Khowala, Verma and Banik, 2008)

Monosakarida sederhana dengan tiga karbon disebut triosa (suatu aldotriosa) atau ketotriosa), sedangkan dengan empat, lima, enam, dan tujuh atom karbon masing-masing disebut tetrosa, pentosa, heksosa, dan heptosa. Molekul-molekul ini memiliki banyak karbon asimetris, sehingga ada yang sebagai diastereoisomer, isomer yang bukan bayangan cermin satu sama lain, serta enansiomer. Berkenaan dengan monosakarida ini, simbol D dan L menunjukkan konfigurasi absolut dari karbon asimetris terjauh dari gugus aldehida atau keto. D-Ribosa, komponen karbohidrat RNA, adalah aldosa lima karbon. D-Glukosa, D-mannosa, dan D-galaktosa adalah aldosa enam karbon yang melimpah. D-glukosa dan D-mannosa berbeda dalam konfigurasi hanya pada C-2. Gula yang berbeda konfigurasinya pada satu pusat asimetris disebut epimer. D-glukosa dan D-mannosa adalah epimerik pada C-2; D-glukosa dan D-galaktosa adalah epimer terhadap C-4 (Gambar. 2.3) (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 2.3:** Epimer (Khowala, Verma and Banik, 2008)

## 2.2.1 Glukosa

Glukosa adalah karbohidrat penting dalam biologi (Gambar. 2.4). Sel hidup menggunakannya sebagai sumber energi dan perantara metabolisme. Glukosa adalah salah satu produk utama fotosintesis dan memulai respirasi seluler pada prokariota dan eukariota. Nama tersebut berasal dari kata Yunani 'glykys', yang berarti "manis", ditambah akhiran "-ose" yang menunjukkan gula. Dua stereoisomer gula aldohexosa dikenal sebagai glukosa, hanya satu di antaranya (D-glukosa) yang aktif secara biologis. Bentuk ini (D-glukosa) sering disebut sebagai dekstrosa monohidrat, atau, terutama dalam industri makanan, hanya dekstrosa (dari glukosa dekstrorotatori). Gambar cermin molekuler, L-glukosa, tidak dapat dimetabolisme oleh sel dalam proses biokimia yang dikenal sebagai glikolisis (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Glukosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) adalah salah satu monosakarida terpenting, yang disintesis selama fotosintesis dan berfungsi sebagai 'bahan bakar' dan sumber energi,

disimpan sebagai glikogen polimer pada hewan dan sebagai pati pada tumbuhan. Glukosa adalah salah satu produk utama fotosintesis dan memulai respirasi seluler pada prokariota dan eukariota. Glukosa mengandung enam atom karbon dan satu gugus aldehida dan oleh karena itu disebut sebagai aldeheksosa. Molekul glukosa dapat berada dalam bentuk rantai terbuka (asiklik) dan cincin (siklik), yang terakhir merupakan hasil reaksi intramolekul antara atom C aldehida dan gugus hidroksil C-5 untuk membentuk hemiasetal intramolekul. Dalam larutan air, kedua bentuk berada dalam kesetimbangan, dan pada pH 7 bentuk siklik lebih dominan (Genova, Zheliaskova and Mitov, 2007).

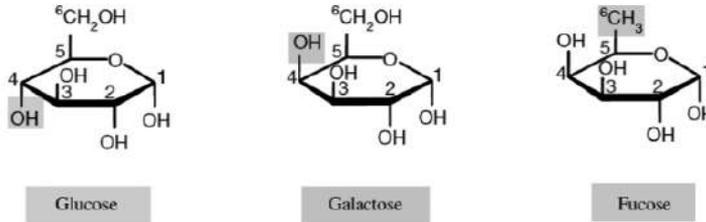
### 2.2.2 Galaktosa

Galaktosa adalah sejenis gula (Gambar. 2.4) yang kurang manis dibandingkan glukosa dan tidak terlalu larut dalam air. Galaktosa lebih banyak ditemukan pada disakarida, laktosa atau gula susu. Ini ditemukan sebagai monosakarida dalam kacang polong. Galaktosa diklasifikasikan sebagai monosakarida, aldosa, heksosa, dan merupakan gula pereduksi. Ini dianggap sebagai pemanis bergizi karena memiliki energi makanan. Cacat genetik karena tidak dapat memanfaatkan galaktosa disebut galaktosemia. Gangguan ini disebabkan oleh kekurangan satu atau lebih enzim yang diperlukan untuk memetabolisme galaktosa. Karena galaktosa ada dalam susu sebagai bagian dari laktosa, menumpuk di dalam darah dan urin. Tidak terdiagnosis dapat menyebabkan keterbelakangan mental, gagal tumbuh, pembentukan katarak, dan dalam kasus yang parah kematian akibat kerusakan hati (Khowala, Verma and Banik, 2008).

### 2.2.3 Fruktosa

Fruktosa atau laevulosa adalah gula pereduksi sederhana (monosakarida) (Gambar. 2.4) ditemukan di banyak makanan dan merupakan salah satu dari tiga gula darah terpenting bersama dengan glukosa dan galaktosa. Madu, buah pohon, melon, dan beberapa sayuran akar, seperti bit, ubi jalar, dan bawang, mengandung fruktosa, biasanya dalam kombinasi dengan sukrosa dan glukosa. Fruktosa juga berasal dari pencernaan sukrosa, disakarida yang terdiri dari glukosa dan fruktosa yang dipecah oleh enzim glikosida hidrolase selama pencernaan. Fruktosa adalah gula alami yang paling manis, diperkirakan dua kali lebih manis dari sukrosa. Fruktosa sering direkomendasikan untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes melitus atau hiperglikemia, karena memiliki indeks glikemik (GI) yang sangat rendah dibandingkan dengan gula tebu

(sukrosa). GI yang rendah disebabkan oleh jalur metabolisme fruktosa yang unik dan panjang, yang melibatkan fosforilasi dan proses enzimatik multi tahap di (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 2.4:** Glukosa, Galaktosa dan Fruktosa ((Mijan, Lee and Kwak, 2011))

## 2.3 Disakarida

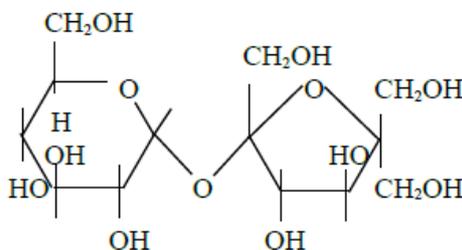
Disakarida terdiri dari dua monosakarida yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik. Ikatan ini dibentuk oleh sebuah reaksi kondensasi yang terjadi antara kedua unit gula sehingga mengakibatkan hilangnya atom hidrogen dari satu monosakarida dan gugus hidroksil dari lainnya. Disakarida dipecah menjadi dua monosakarida, di usus kecil selama proses pencernaan (Fox, Cummins and Cummins, 2002). Disakarida dapat berupa homo dan heterodisakarida. Tiga disakarida yang paling melimpah adalah sukrosa, laktosa, dan maltosa. Dalam sukrosa atom karbon anomerik dari unit glukosa dan unit fruktosa bergabung. Pada maltosa, ikatan glikosidik  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4) bergabung dengan dua unit glukosa. Sukrosa dan laktosa adalah heterosakarida dan maltosa adalah homosakarida. Maltosa, laktosa, dan sukrosa dihidrolisis menjadi unit monosakarida, masing-masing penyusunnya oleh enzim maltase, laktase, dan sukrase. Disakarida lain yang ada di alam termasuk: trehalosa, selobiosa, dan gentiobiosa (Khowala, Verma and Banik, 2008).

### 2.3.1 Sukrosa

Sukrosa (Gambar. 2.5) (nama umum: gula meja, disebut juga sakarosa) adalah disakarida yang paling dikenal karena perannya dalam nutrisi manusia. Sukrosa disintesis melalui proses fotosintesis untuk menyediakan energi dan atom karbon untuk sintesis senyawa lain dalam tanaman (BeMiller, 2018). Sukrosa

ditemukan dalam tebu. Sukrosa merupakan disakarida yang paling umum, dibentuk oleh ikatan glikosidik antara  $\alpha$ -glukosa dan molekul  $\beta$ -fruktosa. Akibatnya, sukrosa adalah gula non-pereduksi, karena monosakarida bergabung pada karbon anomernya dan tidak dapat diubah menjadi aldehida atau keton (Pigman Ward, 2012). Konsumsi sukrosa berlebihan akan menyebabkan efek kesehatan yang merugikan seperti karies gigi. Konsumsi sukrosa berlebihan juga dikaitkan dengan sindrom metabolisme seperti diabetes melitus (Aguilera et al., 2004).

Sukrosa adalah makronutrien yang mudah diasimilasi yang menyediakan sumber energi yang cepat bagi tubuh, memicu peningkatan glukosa darah yang cepat saat dikonsumsi. Namun, sukrosa murni biasanya bukan bagian dari diet manusia yang seimbang untuk nutrisi yang baik, meskipun mungkin dimasukkan sedikit untuk membuat makanan tertentu lebih enak. Seseorang yang selalu mengonsumsi makanan tinggi sukrosa dapat mengalami peningkatan risiko penyakit kronis seperti cacat metabolisme glukosa atau diabetes melitus (Khowala, Verma and Banik, 2008).



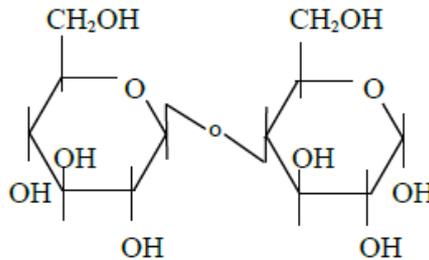
**Gambar 2.5:** Sukrosa (Rahmadina, 2019)

### 2.3.2 Laktosa

Laktosa merupakan disakarida yang terdapat dalam susu, sehingga disebut juga gula susu (Gambar. 2.6). Laktosa (gula dalam susu) terdiri dari satu molekul galaktosa dan satu glukosa dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4-glikosidik dan merupakan isomer sukrosa. Laktosa dihidrolisis oleh laktase dalam usus. Laktosa membentuk sekitar 2-8% dari susu (berdasarkan berat). Laktosa adalah satu-satunya gula atau karbohidrat yang signifikan yang berasal dari hewan. Laktosa adalah disakarida yang terdiri dari fragmen  $\beta$ -D-galaktosa dan  $\beta$ -D-

glukosa yang terikat melalui ikatan glikosidik  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4) (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Seseorang yang mengalami intoleransi terhadap laktosa yaitu diakibatkan karena kesulitan atau tidak dapat mencerna susu karena kekurangan laktase (Harrington and Mayberry, 2008; He et al., 2008) Enzim laktase, sangat penting untuk pencernaan laktosa, dan mayoritas orang dewasa tidak memiliki laktase, yang mencerna gula susu, atau laktosa. Dengan demikian, sangat sulit untuk mencerna susu dan dapat menyebabkan gas, kram, dan diare (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 2.6:** Laktosa (Rahmadina, 2019)

### 2.3.3 Maltosa

Maltosa ("gula malt") timbul dari reaksi dua molekul glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik (Gambar 2.7). Maltosa merupakan anggota kedua dari rangkaian biokimia penting dari rantai glukosa. Penambahan unit glukosa lain menghasilkan maltotriosa; penambahan lebih lanjut akan menghasilkan dekstrin (juga disebut maltodekstrin) dan akhirnya pati (Khowala, Verma and Banik, 2008). Maltosa adalah gula kristal dekstrorotatori yang dapat difermentasi; itu disakarida terdiri dari dua unit D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan yang dikenal sebagai glikosidik. Maltosa adalah 4-O- $\alpha$ -D-glucopyranosyl- $\alpha$ -D-glukosa. Maltosa juga akan dihasilkan di usus selama pencernaan pati (yang berlangsung melalui dekstrinisasi molekul pati di usus kecil karena amilase) (Gaspar et al., 2012).

Maltosa ditemukan dalam sereal mentah, sayuran dan produk sayuran, buah-buahan, almond serta ayam sebagai gula gratis atau bisa juga berasal dari hidrolisis amilosa dan amilopektin (pati), yang terjadi pada berbagai sumber makanan. Di antara sereal, barley mengandung maltosa. Industri pembuatan bir

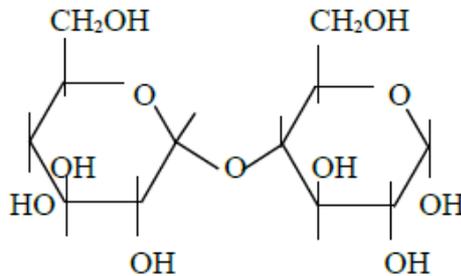
meningkatkan kandungan maltosa gratis dengan produksi malt, sebuah proses di mana amilase penghasil maltosa mengubah pati menjadi maltosa bebas, prosedur penting dalam industri bir. Faktanya, maltosa adalah salah satu yang utama terdapat dalam bir, menyumbang sekitar 14% dari total karbohidrat disakarida. Sereal yang mengandung maltosa lainnya adalah gandum, kamut dan jagung, yang juga digunakan dalam produksi bir. Tepung yang terbuat dari sereal ini juga memiliki jumlah maltosa yang tinggi; jumlah meningkat selama pengeringan/ proses pemanggangan, karena dekomposisi pati dan karamelisasi glukosa. Roti, yang terbuat dari tepung, juga mengandung maltosa dalam jumlah yang cukup banyak. Sayuran non-olahan, seperti ubi jalar, juga mengandung maltosa; kentang manis dapat mencapai nilai 50 g/kg, tergantung pada asal geografis (Gaspar et al., 2012).

Kandungan maltosa juga meningkat dalam ubi jalar melalui pemasakan, karena karamelisasi dan reaksi Maillard. Tomat, brokoli, kacang polong, mentimun, kubis dan kentang termasuk sayuran yang mengandung maltosa. Penyebab pemanasan/memasak hidrolisis/dekomposisi pati, selulosa dan polisakarida lainnya, dengan produk yang dihasilkan memiliki kandungan maltosa lebih tinggi; contoh yang baik adalah saus tomat. Sehubungan dengan buah-buahan, maltosa terdapat dalam kiwi, ceri, persik, plum dan semangka. Itu juga dapat ditemukan dalam buah-buahan lain, tetapi untuk tingkat yang lebih rendah. Buah olahan atau produk berbahan dasar buah biasanya mengandung lebih banyak maltosa daripada buah dalam bentuk mentahnya (Gaspar et al., 2012).

Maltosa dikonsumsi dalam matriks makanan yang berbeda, yang menunjukkan variasi sifat fisik dan komposisi kimia. Dalam makanan dan minuman yang dikonsumsi, dalam larutan bebas, tersebar di seluruh bahan makanan, atau terkandung dalam matriks makanan baik dalam struktur seluler makanan atau emulsi dan struktur berbasa dari makanan olahan. Karakteristiknya matriks memengaruhi penyerapan maltosa. Namun, setelah diserap, transportasi dan metabolismenya bertemu, dan efek dari sumber makanan menjadi signifikansi kecil (Southgate, 1995).

Maltosa, sebagai disakarida, terlalu besar untuk melintasi membran sel mukosa dan harus dihidrolisis agar penyerapan berlangsung. Jadi matriks makanan di mana maltosa yang dicerna memberikan efek pada tingkat di mana maltosa diangkut ke usus halus. Maltosa relatif tahan terhadap kondisi hidrolisis asam di lambung (Southgate, 1995). Aksi  $\alpha$ -amilase, yang menghidrolisis  $\alpha$ -1,4-glikosidik ikatan, pada makanan pati melepaskan maltosa ke dalam usus kecil; maltosa adalah kemudian dihidrolisis oleh enzim maltase untuk membentuk 2

unit glukosa bebas, yang dapat diserap oleh sel-sel mukosa usus (Gaspar et al., 2012). Hidrolisis maltosa oleh disakaridase yang sesuai cepat, sehingga laju absorpsi glukosa dari maltosa secara signifikan lebih tinggi daripada dari glukosa bebas. Faktanya, glukosa yang dilepaskan terdeteksi muncul dengan cepat dalam darah setelah makan (Cumplings et al., 1997).

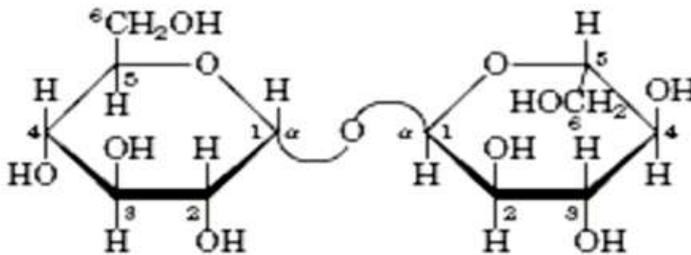


**Gambar 2.7:** Maltosa (Rahmadina, 2019)

### 2.3.4 Trehalosa

Trehalosa merupakan disakarida dan tersebar luas di alam. Meskipun biosintesisnya pada mamalia tidak diketahui, sejumlah besar trehalase, suatu enzim yang memecah trehalosa menjadi dua molekul glukosa, ditemukan di usus kecil manusia (Gambar 2.8) (Higashiyama, 2002). Trehalosa terutama dikenal dari kemampuannya untuk melindungi protein dan biomolekul lain dalam kondisi stres: sangat tinggi dan sangat rendah suhu, selama dehidrasi atau di bawah tekanan osmotik (Richards et al., 2002; Iordachescu and Imai, 2008). Trehalosa dapat disintesis oleh jamur, tumbuhan, dan hewan invertebrata. Trehalosa memiliki keuntungan tambahan sebagai antioksidan. Trehalosa dapat ditemukan di alam, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Pada hewan, trehalosa banyak terdapat pada udang, dan juga pada serangga, termasuk belalang, kupu-kupu, dan lebah, di mana gula darahnya adalah trehalosa. Trehalosa kemudian dipecah menjadi glukosa oleh enzim katabolik trehalase untuk digunakan. Pada tumbuhan, keberadaan trehalosa terlihat pada biji bunga matahari, Lumut selaginella dan ganggang laut. Dalam famili jamur, jamur shitake, maitake dan nameko mengandung 1% hingga 17% persen trehalosa dalam bentuk berat kering. Lumut selaginella yang tumbuh di gurun dan daerah pegunungan, meskipun mungkin retak dan mengering, akan berubah menjadi hijau kembali dan hidup kembali setelah hujan, karena fungsi trehalose (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Trehalose dimetabolisme oleh sejumlah bakteri, termasuk *Streptococcus mutans*, bakteri mulut umum yang bertanggung jawab atas plak gigi. Enzim trehalase, suatu hidrolase glikosida, memecah trehalosa menjadi dua molekul glukosa, yang kemudian dapat dengan mudah diserap di usus. Trehalosa adalah molekul penyimpanan energi karbohidrat utama yang digunakan oleh serangga untuk terbang dan digunakan sebagai glukosa untuk kebutuhan energi yang cepat untuk terbang (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 2.8:** Trehalosa (Khowala, Verma and Banik, 2008)

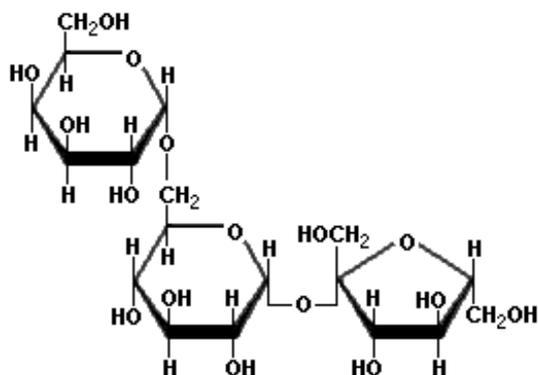
## 2.4 Oligosakarida

Oligosakarida adalah kelompok penting dari polimer karbohidrat yang ditemukan baik bebas atau dalam bentuk gabungan di semua organisme hidup. Istilah generik "oligosakarida" biasanya digunakan untuk sakarida yang memiliki derajat polimerisasi 2-10. Secara struktural, oligosakarida terdiri dari 2-10 residu monosakarida yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik yang siap dihidrolisis menjadi monosakarida penyusunnya baik oleh asam atau oleh enzim tertentu (Nakakuki, 2002). Oligosakarida adalah salah satu bioaktif substansial komponen susu. Yang pertama diidentifikasi peran fungsional oligosakarida susu dilambangkan sebagai efek prebiotik (Coppa et al., 2006). Oligosakarida susu berfungsi sebagai reseptor larut untuk banyak bakteri patogen dan di samping itu menurunkan pH di usus. Suasana yang asam di usus memiliki tiga fungsi: 1) mendukung pertumbuhan bakteri menguntungkan, 2) menghancurkan mikroorganisme berbahaya, dan 3) memanfaatkan penyerapan mineral. Selain itu, dalam perkembangan otak dan pembentukan memori selama masa bayi, oligosakarida susu bertindak sebagai salah satu faktor kunci (Boehm and Stahl, 2007).

Oligosakarida terdiri dari galakto-oligosakarida, frukto-oligosakarida, dan mannan-oligosakarida yang tidak dapat dicerna oleh pankreas atau usus enzim, tetapi larut dalam etanol 80% (Roberfroid and Slavin, 2000; Englyst, Liu and Englyst, 2007). Galakto-oligosakarida, atau  $\alpha$ -galaktosida, terdapat dalam jumlah besar dalam kacang-kacangan, terdiri dari rafinosa, stakiosa, dan verbaskosa, yang memiliki struktur yang terdiri dari satu unit sukrosa yang dihubungkan satu, dua, atau tiga unit D-galaktosa, masing-masing (Stipanuk and Caudill, 2018). Oligosakarida ini menyebabkan perut kembung pada bayi dan manusia karena kekurangan enzim, galaktosidase, yang menghidrolisis ikatan glikosidik yang menghubungkan monosakarida merupakan galaktosida ini sehingga dimanfaatkan oleh bakteri di usus besar. Dalam rafinosa, D-galaktosa dihubungkan dengan sukrosa oleh ikatan  $\alpha$ -(1,6), sedangkan dua unit dan tiga unit D-galaktosa terkait dengan sukrosa, juga melalui ikatan glikosidik  $\alpha$ -(1,6), masing-masing dalam stakiosa dan verbaskosa (Vaclavik and Christian, 2008).

### 2.4.1 Rafinosa

Rafinosa adalah trisakarida yang terdiri dari galaktosa, fruktosa, dan glukosa (Gambar. 2.9). Ini dapat ditemukan dalam kacang-kacangan, kubis, kecambah, brokoli, asparagus, sayuran lain, dan biji-bijian. Rafinosa dapat dihidrolisis menjadi D-galaktosa dan sukrosa oleh enzim galaktosidase ( $\alpha$ -GAL), enzim yang tidak ditemukan pada manusia.  $\alpha$ -GAL juga menghidrolisis galaktosida lain seperti stakiosa, verbaskosa dan galaktinol, jika ada. Enzim tidak membelah galaktosa terkait seperti pada laktosa. Keluarga rafinosa oligosakarida (RFOs) adalah turunan alfa-galaktosil dari sukrosa, dan yang paling umum adalah rafinosa trisakarida, stakiosa tetrasakarida, dan verbaskosa pentasakarida. RFO hampir ada di mana-mana di tumbuhan, ditemukan dalam berbagai macam biji dari banyak jenis yang berbeda, dan menempati urutan kedua setelah sukrosa sebagai karbohidrat larut. Rafinosa juga digunakan sebagai bahan dasar sukralosa (Khowala, Verma and Banik, 2008).

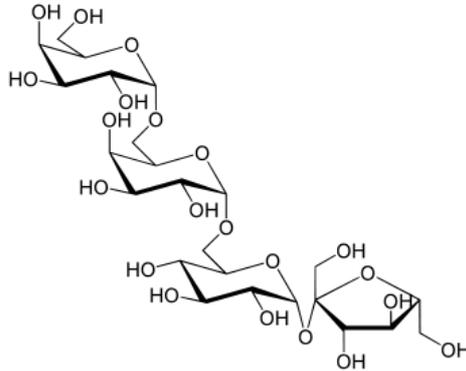


**Gambar 2.9:** Rafinosa (Rahmadina, 2019)

Manusia dan hewan monogastrik lainnya (babi dan unggas) tidak memiliki enzim  $\alpha$ -GAL untuk memecah RFO dan oligosakarida ini tidak tercerna melalui lambung dan usus bagian atas. Di usus bagian bawah, difermentasi oleh bakteri penghasil gas yang memiliki enzim  $\alpha$ -GAL dan membuat karbondioksida, metana, dan / atau hidrogen yang menyebabkan perut kembung yang umumnya terkait dengan konsumsi kacang dan sayuran lainnya (Khowala, Verma and Banik, 2008).

## 2.4.2 Stakiosa

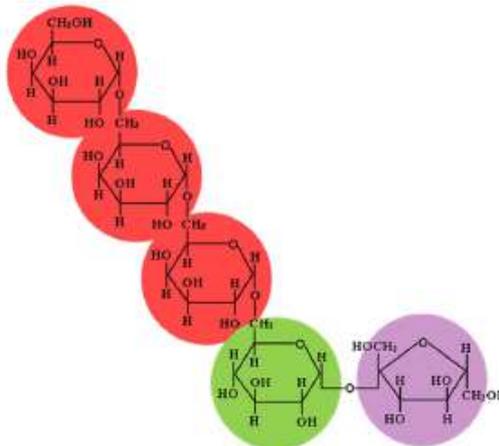
Stakiosa (Gambar. 2.10) adalah tetrasakarida non pereduksi yang ditemukan bersama-sama dengan rafinosa dalam kacang-kacangan dan tanaman lainnya. Dengan jalan hidrolisis sempurna, stakiosa menghasilkan 2 molekul galaktosa ( $\alpha$ -D-galaktosa), 1 molekul glukosa ( $\alpha$ -D-glukosa) dan 1 molekul fruktosa ( $\beta$ -D-fruktosa) secara berurutan dihubungkan sebagai galaktosa, glukosa, fruktosa. Pada hidrolisis parsial dapat dihasilkan fruktosa dan monotrisa suatu trisakarida. Stakiosa tidak mempunyai sifat mereduksi. Bersama dengan oligosakarida terkait seperti rafinosa, stakiosa terjadi secara alami di banyak sayuran (misalnya kacang hijau, kedelai dan kacang lainnya) dan tanaman lainnya. Stakiosa kurang manis dari sukrosa, sekitar 28% berdasarkan berat. Hal ini terutama digunakan sebagai pemanis massal atau untuk sifat fungsionalnya oligosakarida. Stakiosa tidak sepenuhnya dapat dicerna oleh manusia dan menghasilkan 1,5 hingga 2,4 kkal/g (6 hingga 10 kJ/g) dan karenanya menyebabkan perut kembung (Nakakuki, 2002).



**Gambar 2.10:** Stakiosa (Nakakuki, 2002)

### 2.4.3 Verbaskosa

Rafinosa, stakiosa, dan verbaskosa merupakan oligosakarida yang terdiri atas unit-unit glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Verbaskosa, terdiri dari unit galaktosa yang bergabung dengan sukrosa. Ketiga jenis oligosakarida ini tidak dapat dipecah oleh enzim-enzim pencernaan dan mengalami fermentasi di dalam usus besar. Oligosakarida ini banyak terdapat di dalam biji tumbuh-tumbuhan dan kacang-kacangan. Verbaskosa juga menyebabkan perut kembung pada manusia karena tidak adanya enzim,  $\alpha$ -D-Galactosidase di usus (Peterbauer et al., 2003).



**Gambar 2.11:** Verbaskosa (Navarro, Abelilla and Stein, 2019)

## 2.5 Polisakarida

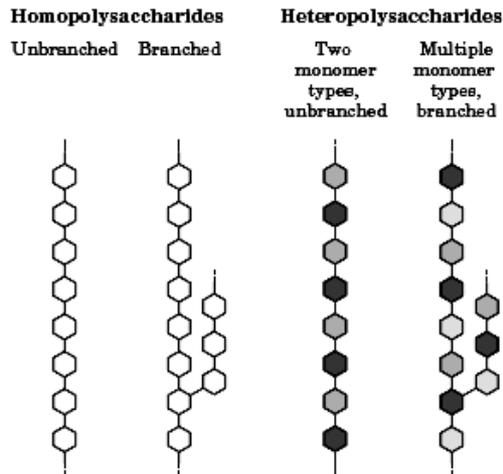
Polisakarida tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tubuh, tetapi harus terlebih dahulu dipecah menjadi monosakarida, hanya yang berbentuk gula yang dapat digunakan tubuh. Polisakarida mengandung hingga 60.000 molekul karbohidrat sederhana. Polisakarida adalah struktur karbohidrat polimer, terbentuk dari unit berulang (baik mono atau disakarida) bergabung bersama oleh ikatan glikosidik. Tidak seperti sakarida yang lain, polisakarida cenderung tidak memiliki rasa manis. Beberapa contoh polisakarida termasuk pati, selulosa dan glikogen. Polisakarida adalah karbohidrat yang relatif kompleks. Polisakarida merupakan polimer yang terdiri dari banyak monosakarida yang disatukan oleh ikatan glikosidik. Oleh karena itu, sangat besar, sering bercabang dan makromolekul. Polisakarida tidak larut dalam air (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Karbohidrat yang terdiri dari sepuluh atau lebih unit monosakarida yang disatukan oleh ikatan glikosidik diklasifikasikan sebagai polisakarida. Sebagian besar karbohidrat yang ditemukan di alam terjadi sebagai polisakarida, polimer dengan berat molekul tinggi; yang pada hidrolisis menghasilkan monosakarida atau produk yang berhubungan dengan monosakarida, paling sering D-glukosa. Monosakarida lain yang diperoleh adalah D-mannose, D- dan L-galaktosa, L-arabinosa, asam D-glukuronat, D- dan L-galaktosa, L-arabinosa. Asam D-glukuronat, D-glukosamin, dan lain-lain. Polisakarida, juga disebut glikan, berbeda satu sama lain dalam identitas pengulangannya unit monosakarida, dalam panjang rantainya, dalam jenis ikatan yang menghubungkan unit, dan dalam tingkat percabangan. Polisakarida dapat diklasifikasikan sebagai homopolisakarida, yaitu ketika semua monosakarida dalam polisakarida adalah jenis yang sama dan ketika lebih dari satu jenis monosakarida maka heteropolisakarida (Gambar. 2.12) tergantung pada variasi gugus gula yang terikat pada rantai gula (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Homopolisakarida hanya mengandung satu spesies monomer; heteropolisakarida mengandung dua atau lebih jenis yang berbeda. Beberapa homopolisakarida berfungsi sebagai bentuk penyimpanan monosakarida yang digunakan sebagai bahan bakar; pati dan glikogen adalah homopolisakarida dari jenis ini. Lainnya homopolisakarida (selulosa dan kitin, misalnya) berfungsi sebagai elemen struktural dalam tanaman dinding sel dan eksoskeleton hewan. Heteropolisakarida memberikan dukungan ekstraseluler untuk organisme dari semua jenis. Misalnya, lapisan kaku selubung sel bakteri (eptidoglikan) terdiri dari bagian heteropolisakarida yang dibangun dari dua unit monosakarida.

Dalam jaringan hewan, ruang ekstraseluler ditempati oleh beberapa jenis heteropolisakarida, yang membentuk matriks yang menyatukan sel-sel individu dan memberikan perlindungan, bentuk, dan dukungan untuk sel, jaringan, dan organ (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Tidak seperti protein, polisakarida umumnya tidak memiliki berat molekul yang menentukan. Perbedaan ini adalah konsekuensi dari mekanisme perakitan kedua jenis polimer. Protein adalah disintesis pada cetakan (messenger RNA) dengan urutan dan panjang tertentu, oleh enzim yang mengikuti ukuran/model dengan tepat. Untuk sintesis polisakarida tidak ada ukuran/model; lebih tepatnya, program untuk sintesis polisakarida bersifat intrinsik pada enzim yang mengkatalisis polimerisasi unit monomer, dan tidak ada titik henti khusus dalam proses sintesis; produk sehingga bervariasi panjangnya (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 2.12:** Polisakarida (Khowala, Verma and Banik, 2008)

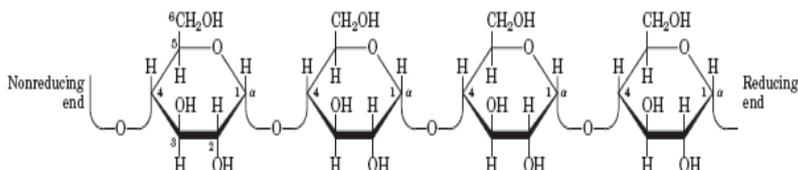
Tidak seperti protein, polisakarida umumnya tidak memiliki berat molekul yang pasti, karena konsekuensi dari mekanisme perakitan kedua jenis polimer. Protein disintesis pada cetakan (messenger RNA) dengan urutan dan panjang tertentu, oleh enzim yang menyalin cetakan dengan tepat. Untuk sintesis polisakarida, tanpa cetakan; program untuk sintesis polisakarida bersifat intrinsik bagi enzim yang mengkatalisis polimerisasi unit monomer. Untuk setiap jenis monosakarida yang akan ditambahkan ke polimer yang sedang tumbuh terdapat enzim terpisah, yang bekerja hanya jika enzim yang

menyisipkan subunit sebelumnya telah bekerja. Tindakan bergantian dari beberapa enzim menghasilkan polimer dengan urutan berulang yang tepat, tetapi panjang yang tepat bervariasi dari molekul ke molekul, dalam ukuran (Khowala, Verma and Banik, 2008).

### 2.5.1 Pati

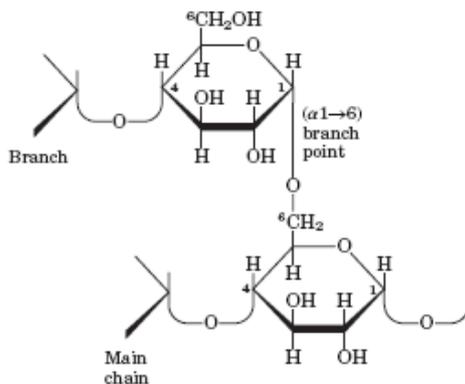
Pati adalah bentuk penyimpanan glukosa dalam tubuh. Pati tersusun atas amilosa dan amilopektin. Pati memberikan warna biru dengan larutan iodin. Dalam hubungan pati antara residu glukosa adalah 1-4 dan pada titik cabang keterkaitannya adalah 1-6 (Lentfer, Therin and Torrence, 2002). Pati tersebar luas sebagai karbohidrat cadangan dalam umbi-umbian seperti kentang, dalam banyak buah-buahan, biji-bijian dan biji-bijian. Di dalam biji-bijian, pati tersusun dalam lapisan-lapisan konsentris. Ketika butiran pati diperlakukan dengan air mendidih, zat di tengahnya masuk ke dalam larutan, tetapi sebagian besar butiran tidak larut. Bagian yang tidak larut ini membengkak karena menyerap air dan seluruh massa menjadi pasta pati. Bagian yang larut dan bagian yang tidak larut adalah campuran heterogen. Fraksi larut disebut sebagai amilosa, dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Kebanyakan pati mengandung 80-90 persen amilopektin dan 10-20 persen amilosa. Amilosa dan amilopektin dapat dipisahkan dengan memanfaatkan perbedaan kelarutan dalam air. Baik amilosa dan amilopektin adalah polimer glukosa dan pada hidrolisis dengan asam memberikan D-glukosa sebagai produk (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Amilosa adalah polimer rantai panjang tidak bercabang di mana residu glukosa dihubungkan melalui ikatan  $\alpha$ -1, 4-glikosidik. Struktur amilosa dapat disusun sebagai struktur maltosa berulang dengan gugus gula bebas (gugus asetal) di salah satu ujungnya. Ini juga dikenal sebagai ujung pereduksi (residu ke-n), sedangkan ujung yang berlawanan (residu pertama) disebut sebagai ujung non-pereduksi. Setiap persiapan amilosa tertentu biasanya terdiri dari campuran populasi molekul, yang sangat berbeda dalam panjang rantai (jumlah residu glukosa per rantai) (Gambar 2.13) (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 2.13:** Amilosa (Khowala, Verma and Banik, 2008)

Amilopektin juga terbuat dari rantai residu glukosa, tetapi rantainya sangat bercabang. Residu glukosa yang terletak di titik percabangan tersubstitusi tidak hanya pada karbon 4 tetapi juga pada karbon 6 (Gambar.2.14). Baik amilosa dan amilopektin memberikan reaksi warna yang khas dengan yodium. Amilosa menghasilkan warna biru-hitam, sedangkan amilopektin memberi warna ungu (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 2.14:** Amilopektin (Khowala, Verma and Banik, 2008)

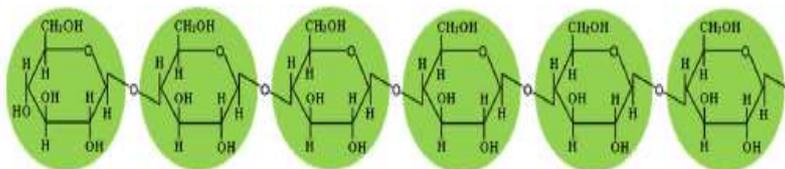
Amilase adalah enzim yang berasal dari tumbuhan dan hewan dan menghidrolisis pati. Ada dua jenis amilase, alfa-amilase dan beta-amilase. Alfa-amilase adalah enzim endo, bekerja pada amilosa dan amilopektin secara acak. Awalnya ikatan yang lebih sentral terputus dan rantai polisakarida yang lebih kecil terbentuk. Sebagai hasil reaksi, lebih lanjut dihidrolisis menjadi maltosa dan glukosa. Alfa-Amilase menghidrolisis amilosa dan amilopektin secara teratur, bekerja dari salah satu ujung polimer dan memotong dua residu glukosa sekaligus sebagai unit maltosa. Selama reaksi berlangsung, amilosa terhidrolisis sempurna menjadi maltosa. Namun, dengan amilopektin, reaksi berhenti ketika titik cabang didekati. Bagian terminal cabang dicerna sebagai unit maltosa

secara teratur dan inti pusat tertinggal karena enzim diblokir pada ikatan glikosidik atau titik cabang 1-6. Fragmen polisakarida yang tersisa setelah hidrolisis tidak sempurna disebut dekstrin (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Dekstrin yang terbentuk dari amilopektin oleh  $\beta$ -amilase bercabang banyak dan memberi warna merah dengan yodium. Dekstrin dengan ukuran molekul yang relatif kecil tidak memberikan warna dengan yodium. Warna yang dihasilkan oleh reaksi dengan iodium digunakan sebagai indikasi derajat percabangan pati. Pati mudah dihidrolisis oleh asam mineral encer dengan pembentukan akhir glukosa dalam hasil kuantitatif. Perjalanan hidrolisis dapat diikuti oleh perubahan bertahap dalam warna yang dihasilkan oleh yodium: biru-hitam-ungu-merah-tidak berwarna (Khowala, Verma and Banik, 2008).

## 2.5.2 Selulosa

Selulosa adalah senyawa organik yang paling melimpah di alam dan merupakan konstituen utama dari bagian berserat tanaman (Gambar. 2.15). Bentuk selulosa yang paling murni biasanya diperoleh dari kapas. Selulosa adalah polimer yang terdiri dari residu glukosa. Setelah hidrolisis, selulosa menghasilkan D-glukosa sebagai produk. Molekul selulosa tidak bercabang dan pada dasarnya terdiri dari rantai panjang dengan residu glukosa yang dihubungkan dalam urutan berulang struktur selobiosa. Residu glukosa dihubungkan bersama melalui ikatan  $\beta$ -1, 4-glikosidik. Selulosa yang diperoleh dari sumber yang berbeda maka akan berbeda dalam ukuran molekul meskipun semua terdiri dari glukosa. Selulosa ditemukan pada tumbuhan sebagai mikrofibril (diameter 2-20 nm dan panjang 100 - 40.000 nm), membentuk kerangka struktural yang kuat di dinding sel (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 2.15:** Selulosa (Navarro, Abelilla and Stein, 2019)

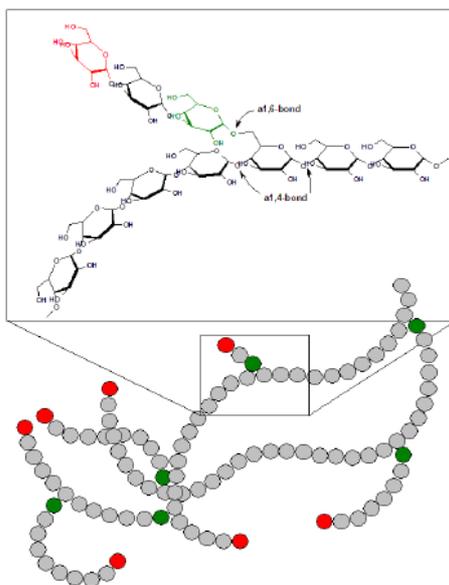
### 2.5.3 Glikogen

Glikogen adalah bentuk penyimpanan glukosa dalam tubuh terutama pada otot rangka dan hati. Glikogen juga disebut pati hewan. Glikogen sama dengan pati dalam tanaman. Glikogen sangat mirip dengan amilopektin, memiliki berat molekul tinggi dan struktur rantai bercabang terdiri dari ribuan molekul glukosa. Perbedaan utama antara glikogen dan amilopektin adalah bahwa glikogen memiliki cabang yang lebih banyak dan lebih pendek, menghasilkan lebih kompak, molekul seperti semak dengan kelarutan yang lebih besar dan viskositas yang lebih rendah. Glikogen adalah sumber energi yang paling sering digunakan untuk berolahraga (Sujatha, Amithkumar and Lathaa, 2010).

Glikogen adalah karbohidrat cadangan pada hewan dan ditemukan dalam jumlah yang signifikan di hati dan otot. Glikogen terdiri dari residu D-glukosa. Setelah hidrolisis, menghasilkan D-glukosa sebagai produk. Glikogen adalah polisakarida rantai bercabang tinggi dan strukturnya menyerupai amilopektin. Dalam berbagai organisme, kelebihan glukosa disimpan bukan sebagai monomer tetapi diubah menjadi bentuk polimer untuk penyimpanan glikogen pada vertebrata dan banyak mikroorganisme, pati pada tumbuhan. Dengan dua perbedaan kecil, glikogen memiliki struktur yang hampir sama dengan amilopektin (konstituen pati). Molekul glikogen kira-kira dua kali lebih besar dari amilopektin, dan frekuensi percabangan yang juga mengontrol mobilisasi polisakarida yang disimpan. Glikogen memiliki kira-kira dua kali lebih banyak cabang (percabangan terjadi rata-rata setelah setiap 8-12 residu tidak seperti amilopektin yang terjadi setelah setiap 24-30 residu). Ada keuntungan untuk polisakarida bercabang seperti amilopektin dan glikogen. Selama masa kekurangan, enzim menyerang salah satu ujung rantai polimer dan memotong molekul glukosa, satu per satu. Semakin banyak cabang, semakin banyak titik di mana enzim menyerang polisakarida. Dengan demikian, polisakarida yang sangat bercabang lebih cocok untuk pelepasan glukosa yang cepat daripada polimer linier (Khowala, Verma and Banik, 2008).

Pada vertebrata, glikogen ditemukan terutama di hati dan otot rangka tetapi juga dapat dibuat oleh otak, rahim, dan vagina. Namun, glikogen otot umumnya tidak tersedia untuk jaringan lain, karena otot kekurangan enzim glukosa-6-fosfat. Glikogen dapat mewakili hingga 10% dari berat hati dan 1% hingga 2% dari berat otot. Simpanan glikogen di hati dianggap sebagai penyangga utama kadar glukosa darah. Jika glukosa sebanyak ini dilarutkan dalam sitosol hepatosit, konsentrasinya akan menjadi sekitar 0,4 M, cukup untuk mendominasi sifat osmotik sel. Namun, ketika disimpan sebagai polimer panjang (glikogen),

massa glukosa yang sama hanya memiliki konsentrasi 0,01 M. Glikogen disimpan dalam granula sitosol yang besar. Partikel dasar glikogen berdiameter sekitar 21 nm, terdiri dari hingga 55.000 residu glukosa dengan sekitar 2.000 ujung nonreduksi. Tempat utama konsumsi glukosa harian (75%) adalah otak melalui jalur aerobik. Sebagian besar sisanya digunakan oleh eritrosit, otot rangka, dan otot jantung. Penderita diabetes mengalami kondisi karena ketidakseimbangan dalam pemanfaatan glukosa (Khowala, Verma and Banik, 2008).



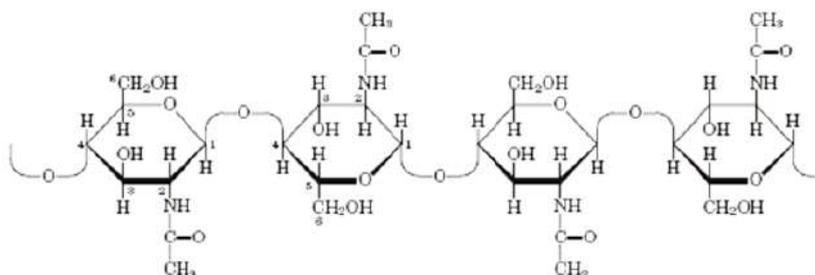
**Gambar 2.16:** Glikogen (Rodwell et al., 2018)

Degradasi dan sintesis glikogen adalah proses biokimia yang relatif sederhana. Sintesis glikogen berbeda dengan pemecahan glikogen. Tidak seperti pemecahan, sintesis bersifat endergonik, artinya glikogen tidak disintesis tanpa masukan energi. Degradasi glikogen terdiri dari tiga langkah: (1) pelepasan glukosa 1-fosfat dari glikogen, (2) remodeling substrat glikogen untuk memungkinkan degradasi lebih lanjut, dan (3) konversi glukosa 1-fosfat menjadi glukosa 6-fosfat. Untuk metabolisme lebih lanjut. Ini dibelah dari ujung rantai yang tidak mereduksi oleh enzim glikogen fosforilase untuk menghasilkan monomer glukosa-1-fosfat yang kemudian diubah menjadi glukosa 6-fosfat. Sebuah enzim debranching khusus diperlukan untuk menghilangkan ikatan  $\alpha$  (1-6) di glikogen dan membentuk kembali rantai

menjadi polimer linier. Enzim debranching memiliki dua situs aktif independen, yang terdiri dari residu di segmen berbeda dari rantai polipeptida tunggal, yang mengkatalisis reaksi  $\alpha$  (1-6) glukosidase dan transferase (transglikosilase) (Khowala, Verma and Banik, 2008).

## 2.5.4 Kitin

Kitin merupakan salah satu polimer alami yang penting dan tersedia bio-polimer terbesar kedua setelah selulosa, yang dilaporkan pada tahun 1884. N-asetil D-glukosamin adalah monomer polimer ini (Gambar. 2.17). yang terkait dengan -1,4 ikatan glikosidik. Sejumlah besar organisme hidup memiliki kitin sebagai konstituen struktural (Nisha, Seenivasan and Vasanth, 2019). Satu-satunya perbedaan kimia dari selulosa adalah penggantian gugus hidroksil a: C-2 dengan gugus amino asetat. Kitin membentuk serat memanjang mirip dengan selulosa, dan struktur glikogen. Kitin seperti selulosa tidak dapat dicerna oleh hewan vertebrata. Kitin adalah komponen utama dari dinding sel jamur, eksoskeleton arthropoda, seperti krustasea (kepiting, lobster dan udang) dan serangga, termasuk semut, kumbang dan kupu-kupu, moluska dan paruh cephalopoda termasuk cumi-cumi dan gurita. Kitin merupakan polisakarida di alam yang paling melimpah kedua setelah selulosa. (Khowala, Verma and Banik, 2008).



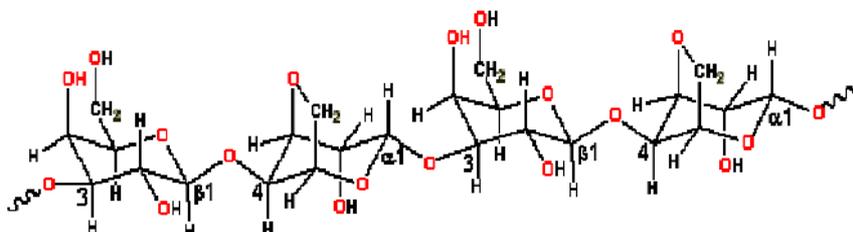
**Gambar 2.17:** Kitin (Khowala, Verma and Banik, 2008)

Kitin digunakan dalam pemurnian air, dan sebagai aditif untuk mengentalkan dan menstabilkan makanan dan obat-obatan, juga bertindak sebagai pengikat dalam pewarna, kain, dan perekat. Membran pemisahan industri dan resin penukar ion dapat dibuat dari kitin. Proses untuk mengukur dan memperkuat kertas menggunakan kitin. Sifatnya sebagai bahan yang fleksibel dan kuat membuatnya disukai sebagai benang bedah. Biodegradabilitasnya berarti akan hilang seiring waktu saat luka sembuh. Selain itu, polisakarida memiliki beberapa sifat tidak biasa yang mempercepat penyembuhan luka pada manusia.

Studi terbaru menunjukkan bahwa kitin adalah induktor yang baik untuk mekanisme pertahanan pada tanaman (Khowala, Verma and Banik, 2008).

### 2.5.5 Agar

Agar (agar-agar, rumput cina) adalah zat agar-agar yang terutama digunakan sebagai substrat padat untuk media kultur untuk mikrobiologis. Ini adalah polisakarida tidak bercabang yang diperoleh dari membran sel beberapa spesies ganggang merah atau rumput laut. Secara kimia, agar adalah polimer yang terdiri dari subunit gula galaktosa. Polisakarida agar berfungsi sebagai pendukung struktural utama untuk dinding sel alga. Agar adalah campuran heterogen dari dua kelas polisakarida: agaropektin dan agarosa. Meskipun kedua kelas polisakarida berbagi tulang punggung berbasis galaktosa yang sama, agaropektin banyak dimodifikasi dengan gugus samping asam, seperti sulfat dan piruvat (Gambar. 2.18). Agaropektin tampaknya memiliki tulang punggung yang sama dengan agarosa, tetapi mengandung sejumlah besar gugus asam seperti gugus sulfat, piruvat, dan glukuronat (Khowala, Verma and Banik, 2008).



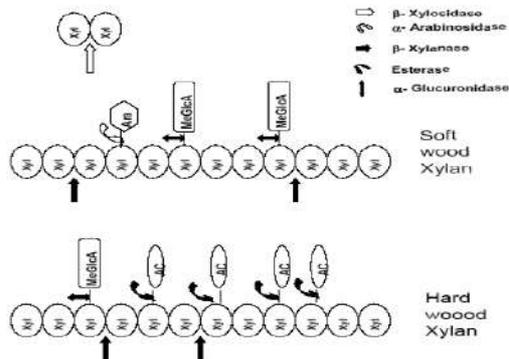
**Gambar 2.18:** Agar (Khowala, Verma and Banik, 2008)

Agar tidak larut dalam air dingin tetapi larut untuk memberikan gulungan acak dalam air mendidih. Gelasi dilaporkan mengikuti proses pemisahan fase dan asosiasi pada pendinginan ( $\sim 35^{\circ}\text{C}$ ), membentuk gel dengan air hingga 99,5% dan tetap padat hingga sekitar  $85^{\circ}\text{C}$ . Terutama berasal dari spesies *Gracilaria*. Agar memiliki kegunaan utama dalam media mikrobiologi karena tidak mudah bagi mikroorganisme untuk memetabolisme dan membentuk gel yang jernih, stabil dan padat, tetapi di area makanan digunakan dalam glasir, keju olahan, permen jelly dan marshmallow. Ini dapat digunakan di negara-negara tropis dan oleh vegetarian sebagai pengganti gelatin. Agar digunakan untuk membentuk permukaan bagi pertumbuhan koloni bakteri. Penggunaan komersial lain dari agar-agar adalah untuk kapsul yang berisi beberapa vitamin dan obat-obatan;

bahan agar-agar kering mudah larut dalam lambung (Khowala, Verma and Banik, 2008).

## 2.5.6 Xilan

Lignoselulosa dalam tumbuhan terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. 15-30% dari lignoselulosa adalah hemiselulosa, di mana xilan merupakan komponen utamanya dan hampir terdapat di mana-mana seperti selulosa di dinding sel tumbuhan dan sebagian besar mengandung unit beta-D-xylose yang terhubung seperti pada selulosa. Xilan adalah heteropolisakarida yang ditemukan di dinding sel tumbuhan dan beberapa alga (Gambar. 2.19). Ini ditemukan di hampir semua bagian tanaman, di dinding sel beberapa ganggang hijau, terutama siphonous makrofitik, di mana menggantikan selulosa. Demikian pula, menggantikan lapisan dinding sel fibrilar bagian dalam dari selulosa di beberapa ganggang merah. Xilan adalah polisakarida memiliki tulang punggung 1,4 xilosa terkait beta. Tulang punggung bercabang dengan gula seperti glukosa, arabinosa, gula asetat dan ester melalui hubungan alfa. Xilan tidak terlalu penting secara komersial, tetapi terkait dengan selulosa, merupakan bagian dari hidrolisis gula untuk diubah menjadi alkohol dan produk bernilai tambah lainnya. Selaras dengan kebutuhan yang mendesak untuk produksi etanol dari gula xilan karena hemiselulosa merupakan komponen utama, yang mendukung pemanfaatan selulosa secara lengkap melalui sakarifikasi (Khowala, Verma and Banik, 2008).



**Gambar 2.19:** Xilan (Khowala, Verma and Banik, 2008)

# Bab 3

## Fungsi Karbohidrat

### 3.1 Pendahuluan

Karbohidrat merupakan salah satu zat gizi makro yang banyak ditemukan pada tumbuhan. Jika membahas terkait sumber karbohidrat, banyak orang menganggap bahwa sumber karbohidrat hanya terbatas pada beras, jagung, dan umbi-umbian. Namun, jika ditelaah kembali, sumber karbohidrat tidak hanya terbatas pada sereal dan umbi-umbian. Karbohidrat juga ditemukan pada buah-buahan dan sayur-sayuran, serta juga terdapat pada susu dan protein hewani lainnya (Gallagher, 2008).

Karbohidrat merupakan sumber energi utama yang menyumbang setengah dari kebutuhan kalori manusia. Fungsi karbohidrat sangat beragam tergantung pada jenis karbohidrat tersebut. Karbohidrat pada umumnya dibagi menjadi karbohidrat sederhana dan karbohidrat kompleks. Secara spesifik, karbohidrat dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan pada panjang rantainya, yaitu 1) monosakarida, 2) disakarida dan oligosakarida, dan 3) polisakarida. Monosakarida dan disakarida merupakan bagian dari karbohidrat sederhana sedangkan polisakarida merupakan bagian dari karbohidrat kompleks (Siregar, 2014). Masing-masing kelompok tersebut terdiri atas bermacam-macam jenis bergantung pada gugus karbonilnya.

Pengetahuan terkait jenis-jenis karbohidrat akan membawa pemahaman terhadap fungsi karbohidrat yang sangat beragam. Fungsi karbohidrat tidak hanya bersifat biologis, namun juga berperan dalam penentu kualitas produk makanan. Salah satu jenis karbohidrat, yaitu sukrosa, merupakan jenis karbohidrat yang terdapat dalam gula pasir dan sering digunakan oleh masyarakat dalam proses pengolahan makanan sebagai pemberi rasa manis pada makanan. Masih banyak fungsi atau peran karbohidrat baik untuk kesehatan tubuh maupun proses pengolahan makanan. Pemahaman terkait fungsi karbohidrat untuk kesehatan tubuh diperlukan agar dapat mengoptimalkan kesehatan tubuh melalui peran karbohidrat sedangkan pemahaman fungsi karbohidrat bagi pengolahan pangan diperlukan untuk mengoptimalkan kualitas produk pangan.

## 3.2 Fungsi Karbohidrat sebagai Sumber Energi Utama

Energi merupakan kemampuan untuk melakukan aktivitas. Manusia membutuhkan energi untuk melakukan aktivitas baik aktivitas fisik maupun aktivitas dasar, seperti pernafasan, aktivitas detak jantung, dan aktivitas metabolisme tubuh. Manusia memperoleh energi dengan mengonsumsi makanan baik yang berasal dari tumbuhan maupun hewan, untuk kemudian dilakukan proses metabolisme yang menghasilkan energi. Makanan yang dikonsumsi tidak hanya mengandung zat gizi tunggal namun terdiri dari bermacam-macam zat gizi, baik zat gizi makro maupun mikro (Frary, 2008).

Karbohidrat dalam pangan yang dikonsumsi dicerna oleh tubuh menjadi glukosa, fruktosa dan galaktosa melalui serangkaian proses pencernaan. Glukosa merupakan karbohidrat utama yang ditemukan pada sistem sirkulasi dan dikenal sebagai gula darah. Glukosa diabsorpsi melalui sel intestinal kemudian ditransfer melalui pembuluh vena porta menuju hati, begitu juga dengan fruktosa dan galaktosa. Glukosa di dalam hati akan digunakan untuk proses oksidasi dan diubah menjadi glikogen untuk cadangan glukosa dalam tubuh. Glukosa akan terlibat dalam proses metabolisme tubuh, yaitu glikolisis, dan akan menghasilkan ATP sebagai bentuk energi dalam tubuh (Champe and Harvey, 1994).

Karbohidrat merupakan sumber energi utama di dalam tubuh. Setiap 1 gram karbohidrat dapat menghasilkan energi sebanyak 4 kkal. Selain karbohidrat, lemak dan protein juga dapat berperan sebagai sumber energi. Namun, lemak dan protein tidak dapat digunakan sewaktu-waktu saat tubuh membutuhkan energi, seperti halnya karbohidrat (Adi, 2016).

Otak merupakan organ dalam tubuh manusia yang menggunakan glukosa (bentuk karbohidrat sederhana) sebagai sumber energi utama. Tidak semua zat dapat melewati barrier otak sehingga hanya beberapa zat yang dapat masuk ke dalam otak untuk digunakan sebagai sumber energi. Zat tersebut antara lain glukosa, laktat, glutamat, dan badan keton. Per harinya, otak membutuhkan rata-rata 120 gram glukosa atau setara 420 kkal energi untuk mempertahankan kondisi fisiologis otak dalam kondisi normal. Gangguan metabolisme glukosa pada otak dapat menyebabkan beberapa gangguan, seperti disfungsi kognitif, retinopati, stres oksidatif, kematian sel otak, dan neurodegenerasi (Ningampalle, Chakravarthy and Devanathan, 2021).

Kaitannya sebagai sumber energi utama, karbohidrat sangat dibutuhkan untuk meningkatkan performa atlet. Bukti saintifik menunjukkan diet tinggi karbohidrat (>60% dari total kalori) yang dikombinasi dengan latihan dan istirahat yang cukup, dapat menghasilkan superkompensasi cadangan glikogen otot. Superkompensasi cadangan glikogen diperlukan untuk menghasilkan ATP agar dapat mempertahankan intensitas olahraga dan mencegah kelelahan pada atlet. Konsumsi pangan dengan indeks glikemik yang tinggi dapat mempercepat restorasi glikogen otot, dan sebaliknya. Indeks glikemik merupakan angka yang menunjukkan kemampuan suatu pangan dalam meningkatkan kadar gula darah. Pangan dengan indeks glikemik tinggi akan mempercepat kenaikan gula darah dan sebaliknya. Kenaikan gula darah yang cepat berdampak pada kenaikan insulin yang menyebabkan peningkatan degradasi glikogen otot (Murray and Rosenbloom, 2018).

### 3.3 Fungsi Karbohidrat Kompleks (Serat) untuk Kesehatan Tubuh

Karbohidrat kompleks merupakan bagian karbohidrat yang tidak bisa dicerna dalam usus halus dan membutuhkan fermentasi bakteri pada usus besar. Kelompok karbohidrat kompleks antara lain selulosa, hemiselulosa, lignin, pektin, dan beta-glukan. Karbohidrat kompleks banyak ditemukan pada sayuran, sereal, dan buah-buahan. Karbohidrat kompleks disebut juga non-starch carbohydrate atau lebih dikenal dengan sebutan serat. Serat mempunyai peranan yang besar bagi kesehatan tubuh. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa konsumsi serat erat kaitannya dengan kejadian obesitas, diabetes, aterosklerosis, dan gangguan metabolik lainnya (Lattimer and Haub, 2010). Fungsi dari bermacam-macam jenis serat disajikan dalam Tabel 3.1

**Tabel 3.1:** Tipe, sumber dan fungsi serat (Gallagher, 2008)

Tipe	Sumber	Fungsi
Selulosa	Gandum utuh, dedak, sayuran	Meningkatkan kapasitas pengikatan air sehingga meningkatkan volume feses dan menurunkan waktu transit di usus
Hemiselulosa	Dedak, biji-bijian utuh	
Lignin	Buah-buahan, sayuran matang, biji-bijian	Fermentasi menghasilkan asam lemak rantai pendek yang menurunkan risiko pembentukan tumor
Gums	Oat, kacang-kacangan, barley	Memperlambat pengosongan lambung, penyerapan glukosa,
Pektin	Apel, strawberry, wortel, jeruk	Menurunkan serum kolesterol
Chitin	Kulit kepiting atau lobster	Menurunkan serum kolesterol
Fruktan	Bawang merah	Sebagai prebiotik
Beta glukan	Oat dan dedak barley, diisolasi dari alga dan rumput laut	Menurunkan serum kolesterol

### 3.3.1 Fungsi Karbohidrat Kompleks pada Sistem Pencernaan

Karbohidrat kompleks tidak dapat dicerna dalam sistem pencernaan namun mengalami fermentasi menghasilkan asam lemak rantai pendek yang mempunyai fungsi fisiologis. Karbohidrat yang tidak dapat dicerna dapat melembutkan konsistensi feses dan meningkatkan frekuensi defekasi. Beberapa jenis karbohidrat yang tidak dapat dicerna mempunyai efek laksatif, yang dapat meningkatkan massa bakteri serta mengikat air. Hal tersebut menjelaskan peran karbohidrat kompleks dalam mencegah terjadinya konstipasi, divertikulosis dan kanker kolon (Mudgil and Barak, 2013).

### 3.3.2 Fungsi Karbohidrat Kompleks dalam Manajemen Obesitas

Obesitas merupakan salah satu masalah gizi akibat adanya penumpukan lemak di dalam tubuh. Masalah gizi ini terjadi jika adanya ketidakseimbangan intake dengan energi yang dikeluarkan sehingga zat gizi yang masuk akan diubah menjadi timbunan lemak. Obesitas merupakan faktor risiko terjadinya gangguan metabolik seperti diabetes mellitus, hipertensi, penyakit jantung koroner, dan gangguan kesehatan lainnya. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa konsumsi pangan sumber serat akan menurunkan risiko terjadinya obesitas (Fujii et al., 2013).

Serat pangan mempunyai kemampuan menurunkan berat badan atau mencegah peningkatan berat badan melalui beberapa mekanisme, yaitu 1) fermentasi serat dalam usus besar akan menghasilkan hormon glucagon like peptide (GLP-1) dan peptide YY (PYY) yang menyebabkan munculnya rasa kenyang, 2) peningkatan asupan serat dapat menurunkan asupan lemak dan karbohidrat sederhana akibat rasa kenyang yang ditimbulkan setelah makan serat (Lattimer and Haub, 2010). Adanya serat dapat menunda penyerapan zat gizi cukup lama pada bagian ileum sehingga menstimulasi sekresi hormon rasa kenyang. Hormon tersebut akan memperlambat pengosongan lambung sehingga menurunkan nafsu makan dan asupan makanan. Mekanisme asupan serat dapat menjadi faktor protektif terjadinya obesitas lainnya adalah dengan mekanisme fermentasi. Fermentasi terjadi pada jenis serat larut air, yaitu pektin, gum, dan selulosa. Proses fermentasi tersebut menghasilkan asam lemak rantai pendek yaitu butirat dan propionat yang bersifat anti-obesogenic (Dreher, 2018).

### 3.3.3 Fungsi Karbohidrat Kompleks dalam Manajemen Penyakit Kardiovaskuler

Konsumsi pangan sumber serat berperan penting dalam pencegahan penyakit kardiovaskular. Salah satu mekanisme yang dapat menjelaskan kaitan asupan serat dengan kejadian penyakit kardiovaskular adalah serat mampu memodifikasi profil lemak darah, dengan cara penurunan total kolesterol, trigliserida dan LDL teroksidasi. Serat dapat mengubah penyerapan kolesterol dan reabsorpsi asam empedu serta mengubah metabolisme hepatic dan pembersihan lipoprotein plasma (Ghada A. Soliman, 2019).

Mekanisme lainnya adalah serat dapat menurunkan konsentrasi glukosa darah dengan memperlambat penyerapan usus dan memperbaiki sensitivitas insulin (Wu et al., 2015). Serat juga dapat menurunkan tekanan darah dan mencegah terjadinya inflamasi pada pembuluh darah sehingga mencegah kerusakan pada pembuluh darah. Penurunan tekanan darah tersebut karena adanya efek penurunan resistensi insulin dan level insulin karena asupan serat (Whelton et al., 2005).

### 3.3.4 Fungsi Karbohidrat Kompleks dalam Manajemen Diabetes Mellitus

Selain berhubungan dengan kejadian obesitas dan penyakit kardiovaskular, asupan serat juga berhubungan dengan kejadian diabetes mellitus. Beberapa mekanisme yang dapat menjelaskan kaitan asupan serat dengan kejadian diabetes mellitus (Weickert and Pfeiffer, 2008), meliputi:

1. Asupan serat dapat berefek pada timbulnya rasa kenyang. Hal tersebut akan menurunkan asupan makan seseorang sehingga berdampak pada berat badan. Penurunan berat badan menuju normal merupakan faktor pencegahan diabetes mellitus
2. Asupan serat dapat memengaruhi sekresi berbagai hormon di usus yang berefek pada munculnya rasa kenyang
3. Asupan serat dapat memperbaiki sensitivitas insulin
4. Penurunan inflamasi dalam tubuh. Fermentasi serat salah satunya menghasilkan asam lemak butirat yang mempunyai sifat anti-inflamasi. Asupan serat juga dapat menurunkan marker C-reactive protein sebagai marker inflamasi dalam tubuh.
5. Penurunan respon glukosa postprandial

## 3.4 Fungsi Karbohidrat sebagai Penyusun Materi Genetik

Materi genetik dalam tubuh manusia, yaitu DNA dan RNA, membutuhkan karbohidrat sebagai penyusunnya. DNA dan RNA merupakan materi genetik di dalam sel yang berperan penting dalam pembentukan protein dalam sel. Produksi DNA dan RNA dalam sel membutuhkan peran nukleotida. Nukleotida-nukleotida saling berikatan dan mengalami polimerisasi membentuk DNA dan RNA. Nukleotida tersusun atas basa nitrogen (purin dan pirimidin), monosakarida pentosa dan gugus fosfat (Champe and Harvey, 1994).

## 3.5 Fungsi Karbohidrat sebagai Cadangan Energi

Cadangan energi di dalam tubuh berbentuk glikogen. Cadangan energi dalam bentuk karbohidrat jumlahnya lebih terbatas jika dibandingkan cadangan energi dalam bentuk lemak atau protein. Glikogen disimpan dalam hati, otot skeletal dan sebagian kecil di otak. Sekitar 150 gram glikogen disimpan di dalam otot dan jumlahnya akan meningkat seiring dengan peningkatan aktivitas fisik (Gallagher, 2008). Glikogen dalam hati utamanya digunakan untuk menjaga level glukosa darah sedangkan glikogen yang disimpan dalam otot skeletal digunakan selama aktivitas fisik yang tinggi.

Peningkatan aktivitas fisik dapat menyebabkan peningkatan glikogenolisis di otot, glikogenolisis di hati dan keluaran glukosa. Sebaliknya, oksidasi lemak mengalami penurunan karena adanya penurunan asam lemak bebas dan oksidasi trigliserida. Saat beraktivitas, terjadi peningkatan pemecahan glikogen (glikogenolisis) untuk diubah menjadi glukosa dan selanjutnya untuk produksi ATP. Peningkatan glikogenolisis diikuti dengan peningkatan glukosa plasma yang terlibat dalam proses produksi ATP (Hearris et al., 2018). Kecepatan proses glikogenolisis juga dipengaruhi oleh ketersediaan glikogen dalam otot. Jika ketersediaan glikogen otot melimpah, maka proses glikogenolisis akan semakin cepat, dan sebaliknya. Peningkatan glikogenolisis dapat meningkatkan asam laktat yang dapat menyebabkan kelelahan (Ivy, 1999).

## 3.6 Fungsi Karbohidrat sebagai Penyusun Struktur Sel

Struktur sel, dalam hal ini adalah membran sel disusun dari beberapa komponen, salah satunya karbohidrat jenis polisakarida. Selulosa merupakan salah satu jenis polisakarida yang menyusun dinding sel tumbuhan, dan umumnya ditemukan pada batang dan semua bagian tumbuhan berkayu. Polisakarida juga ditemukan pada hewan dalam bentuk kitin. Kitin merupakan polisakarida terbanyak kedua di dunia, setelah selulosa. Kitin merupakan komponen utama eksoskeleton hewan artropoda, seperti insekta, lobster dan kepiting (Nelson and Cox, 2008). Kitin merupakan salah satu sumber serat pangan yang juga mempunyai fungsi seperti serat pangan lainnya, yaitu mengikat lemak dan menurunkan kadar kolesterol dalam tubuh. Selain digunakan untuk kesehatan tubuh, saat ini kitin juga digunakan dalam industri pangan, yaitu sebagai fining agent (substansi yang digunakan untuk menghilangkan senyawa organik yang tidak diinginkan), agen pengontrol tekstur, emulsifier, pengental dan stabilizing agent, antioksidan dan sebagainya (Harkin et al., 2019).

## 3.7 Fungsi Karbohidrat sebagai Pengatur Metabolisme Lemak

Penggunaan lemak di dalam tubuh salah satunya dipengaruhi oleh keberadaan karbohidrat. Asupan karbohidrat yang tinggi dapat menstimulasi oksidasi karbohidrat dan mendukung terjadinya proses penyimpanan glikogen. Stimulasi karbohidrat tersebut dapat meningkatkan konsentrasi insulin dan menekan terjadinya oksidasi lemak. Asupan karbohidrat yang tinggi juga dapat menstimulasi penyimpanan cadangan lemak dengan mengaktifasi lipoprotein lipase (Melzer, 2011).

Proses penyimpanan cadangan lemak secara *de novo* lipogenesis tidak terjadi secara langsung setelah individu mengonsumsi karbohidrat. Proses *de novo* lipogenesis baru terjadi setelah individu mengonsumsi karbohidrat secara berlebihan selama 7 hari. Setelah 7 hari mengonsumsi karbohidrat dalam jumlah yang tinggi, maka 50% asupan karbohidrat akan dioksidasi dan 50% lainnya digunakan untuk proses *de novo* lipogenesis. Saat individu tidak melakukan

olahraga, penggunaan substrat untuk diubah menjadi energi bergantung pada keberadaan karbohidrat. Berbeda halnya saat individu tidak melakukan latihan (exercise), penggunaan lemak sebagai substrat pembentukan energi sangat dibutuhkan saat individu melakukan exercise (Melzer, 2011).

### 3.8 Fungsi Karbohidrat dalam Pengolahan Bahan Pangan

Selain berperan dalam menjaga kesehatan tubuh, karbohidrat juga mempunyai peran dalam pengolahan bahan pangan. Peran karbohidrat dalam pengolahan bahan pangan, antara lain memberikan rasa manis pada makanan, memberi aroma dan bentuk, serta menentukan tekstur suatu produk pangan (Adi, 2016). Karbohidrat kompleks dalam industri pangan dapat memperbaiki viskositas, tekstur, karakteristik sensoris dan daya simpat produk. Penggunaan serat pangan dalam produk roti dapat memperpanjang kesegaran (freshness) karena kemampuannya dalam mengikat air. Serat pangan dalam produk susu dan turunannya dapat memengaruhi proses gelasi, sensori dan karakteristik reologikal (Mudgil and Barak, 2013).



# Bab 4

## Kebutuhan Karbohidrat Dalam Sehari

### 4.1 Pendahuluan

Kebutuhan total karbohidrat harian untuk anak-anak dan orang dewasa berkisar antara 55 hingga 75% dari total konsumsi energi (World Health Organization, 2015). Hasil laporan yang disampaikan SCAN (Scientific Advisory Committee on Nutrition) dalam “Carbohydrates and Health” anjuran konsumsi karbohidrat harian sebesar 50% dari proporsi total asupan energi, yang diperoleh dari selisih kontribusi asupan total lemak sekitar 35% dan protein 10% (SACN (Scientific Advisor Committee on Nutrition), 2015). IOM menetapkan kisaran distribusi makronutrien yang dapat diterima (AMDR=Acceptable Macronutrient Distribution Ranges) untuk karbohidrat berkisar 45-65% dari total energi ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Untuk konsumsi optimal pada semua usia setidaknya harus memenuhi 55% dari total energi dari berbagai sumber karbohidrat(WHO;FAO, 2004).

Konsumsi total karbohidrat dapat meliputi semua pati, gula dan serat pangan, diutamakan konsumsi karbohidrat kompleks, sementara karbohidrat sederhana kurang dari 10% dari total asupan energi ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Konsumsi zat pemanis (free sugar)disarankan tidak melebihi 5% dari total

konsumsi energi. Definisi *free sugar* merupakan semua gula dari jenis monosakarida dan disakarida yang ditambahkan ke makanan oleh produsen, juru masak, atau konsumen, yang ditambahkan secara alami ada dalam madu, sirup, dan jus buah tanpa pemanis (SACN (Scientific Advisor Committee on Nutrition), 2015).

Peran utama karbohidrat (glukosa) adalah menyediakan energi untuk sel-sel dalam tubuh, terutama otak, yang satu-satunya organ tubuh yang bergantung pada karbohidrat ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Pada kondisi tubuh normal, kebutuhan glukosa sekitar 180 gr/hari yang dipenuhi dari gabungan konsumsi sumber karbohidrat dan sumber non karbohidrat (Glikogenesis), seperti pembentukan gliserol dari lemak dan beberapa asam amino (misalnya, alanine) atau penyerapan propionate dari karbohidrat fermentasi di usus (Englyst, Liu and Englyst, 2007).

Kebutuhan karbohidrat harian pada orang dewasa dan anak-anak adalah sama yaitu sebesar 130 gr/hari, berdasarkan jumlah minimum rata-rata glukosa yang digunakan oleh otak ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Pada keadaan normal dibutuhkan asupan karbohidrat harian sekitar 50-100 gr/hari yang dianggap penting untuk mencegah ketosis pada orang dewasa, dan untuk praktik kebutuhan minimal asupan glikemiks karbohidrat yaitu melebihi 150 gr/hari untuk usia anak 3 hingga 4 tahun (Kalhan et al., 1999). Pada masa kehamilan dan menyusui kebutuhan karbohidrat meningkat, sehingga kebutuhannya menjadi 135 gr/hari dan masa laktasi 160 gr/hari((IOM) Institute of Medicine, 2005). Rekomendasi asupan karbohidrat untuk orang dewasa dan anak-anak disusun dalam konteks asupan energi yang sesuai untuk menjaga berat badan yang sehat, dan disepakati untuk total karbohidrat dan gula harus diekspresikan hubungannya dengan total asupan energi harian (SACN (Scientific Advisory Committee on Nutrition), 2015).

Penetapan kebutuhan serat (fiber) umumnya merujuk pada beberapa pertimbangan dan belum ada anjuran secara khusus untuk mengonsumsi serat (Azrimaidaliza et al., 2020). WHO merekomendasikan konsumsi serat harian diatas 25 gr/hari(Buyken et al., 2018).Rekomendasi lebih spesifik menurut IOM, konsumsi serat total sebesar 38 gr/hari untuk pria, sedangkan untuk wanita sebesar 25 gr/hari, dengan pertimbangan kebutuhan serat untuk pengurangan risiko penyakit jantung koroner bagi orang dewasa. Hasil review anjuran konsumsi serat dari beberapa negara yaitu berkisar sekitar 25 hingga 30 gr/hari atau setara berdasarkan asupan energi rata-rata (Buyken et al., 2018). Penetapan anjuran tersebut berdasarkan bukti efek konsumsi serat pangan utuh dapat

mencegah penyakit kardiovaskular (CVD), obesitas dan diabetes tipe 2. SCAN menyarankan konsumsi serat berdasarkan kelompok umur yaitu untuk anak umur 2 sampai 5 tahun sekitar 15gr/hari, anak umur 5 sampai 11 tahun sebesar 20 gr/hari, anak umur 11 sampai 16 tahun sebesar 25 gr/hari dan remaja berusia 16 sampai 18 tahun sebesar 30gr/hari, dengan pertimbangan dapat meningkatkan berat feses dan menurunkan kejadian penyakit usus(SACN (Scientific Advisory Committee on Nutrition), 2015. Khususnya pada bayi tidak perlu adanya anjuran konsumsi serat karena ASI masih dianggap sebagai makanan optimal yang diperlukan oleh bayi((IOM) Institute of Medicine, 2005).

## 4.2 Kebutuhan Karbohidrat

Jumlah minimal karbohidrat yang dibutuhkan, baik dari sumber endogen atau eksogen, ditentukan oleh kebutuhan otak akan glukosa. Otak adalah satu-satunya organ yang sangat bergantung pada karbohidrat yang mengoksidasi glukosa sepenuhnya menjadi karbon dioksida dan air. Biasanya, otak menggunakan glukosa hampir secara eksklusif untuk kebutuhan energinya ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Ketika konsumsi karbohidrat rendah, maka otak masih dapat menerima cukup glukosa dari metabolisme gliserol lemak dan asam amino glukogenik dalam protein. Untuk itu, dalam konsumsi pangan sehari-hari dibutuhkan kombinasi karbohidrat, lemak dan protein.

Berdasarkan Pedoman Diet tentang karbohidrat dan kesehatan untuk orang dewasa di Amerika, disarankan mengonsumsi karbohidrat 45-65% dari total asupan energi. WHO menyarankan untuk pencegahan penyakit kronis terkait asupan karbohidrat total disarankan berkisar 55% hingga 75% dari total energi (WHO;FAO, 2004). Kisaran ini didasarkan pada yang persentase sisa dari energi protein (10-15%) dan energi lemak (15-30%). Khusus untuk kebutuhan karbohidrat kompleks berkisar 50 hingga 70% dari total energi, untuk karbohidrat sederhana kurang dari 10%. Konsumsi harian untuk karbohidrat dapat diperoleh minimal 400 gr dari sayuran dan buah-buahan, minimal 30 gr dari kacang-kacangan dan biji-bijian. Konsumsi karbohidrat yang direkomendasikan sebesar 130 gr/hari dapat dengan mudah diperoleh dengan mengonsumsi sepiring nasi, secangkir susu, secangkir jus jeruk, apel, dan wortel (Milly Ryan-Harshman, 2006).

Beberapa istilah yang digunakan dalam penilaian asupan karbohidrat, meliputi RDA (Recommended Dietary Allowance), AI (Adequate Intakes), dan EAR (Estimated Average Requirements), dan UL (Tolerable Upper Intake Level) ((IOM) Institute of Medicine, 2005). DRA (Recommended Dietary Allowance) terjemahan dari konsumsi gizi yang dianjurkan adalah rata-rata tingkat konsumsi zat gizi yang cukup dari konsumsi harian untuk memenuhi kebutuhan hampir semua individu sehat (97-98%) dalam tahap kehidupan dan kelompok jenis kelamin tertentu ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Kriteria dari kecukupan karbohidrat (DRA) adalah jumlah minimum glukosa yang dibutuhkan oleh otak tanpa bergantung pada lemak atau protein sebagai sumber energi alternatif (Paula Trumbo, Sandra Schlicker, Allison A Yates, 2002). Sementara kriteria untuk kecukupan serat (AI) adalah asupan rata-rata yang dinilai untuk mencapai risiko penyakit jantung koroner terendah.

Kecukupan asupan gizi (AI=Adequate Intakes) dari suatu zat gizi adalah rata-rata tingkat asupan gizi harian yang direkomendasikan berdasarkan pengamatan atau perkiraan asupan zat gizi yang ditentukan secara eksperimental dari suatu kelompok atau kelompok orang yang tampaknya sehat yang dianggap memadai digunakan ketika RDA tidak dapat ditentukan. Nilai AI digunakan apabila belum cukup kajian kecukupan zat gizi. IOM menetapkan untuk kebutuhan karbohidrat pada anak usia 0-12 bulan menggunakan nilai AI, sedangkan untuk kategori umur lainnya menggunakan nilai RDA((IOM) Institute of Medicine, 2005). Selanjutnya, penggunaan nilai AI juga pada penilaian kebutuhan serat untuk semua kelompok umur.

Istilah kecukupan gizi rata-rata (EAR=Estimated Average Requirements) adalah rata-rata asupan zat gizi harian yang diperkirakan memenuhi kebutuhan sebagian dari individu yang dianggap sehat dalam kehidupan tertentu dan berdasarkan jenis kelamin. Bila diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, rata-rata kecukupan zat ini mampu mencukupi kecukupan 50% populasi sehat. EAR adalah perkiraan kebutuhan rata-rata energi atau zat gizi yang dibutuhkan oleh sekelompok orang (sekitar 50% orang akan membutuhkan lebih sedikit, dan 50% akan membutuhkan lebih banyak)((IOM) Institute of Medicine, 2005).

Istilah UL (Tolerable Upper Intake Level) atau batas atas adalah asupan zat gizi harian dari nilai rata-rata tertinggi yang mungkin tidak menimbulkan risiko efek kesehatan yang merugikan bagi hampir semua individu pada populasi umum. Saat asupan zat gizi tertentu meningkat di atas UL, maka potensi risiko kesehatan yang merugikan dapat berdampak meningkat ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Saat ini dapat disimpulkan tidak cukup bukti untuk

menetapkan nilai UI untuk karbohidrat,. Namun, dapat disarankan tingkat asupan maksimal dari gula tambahan sebesar 25% atau <25% dari total energi.

WHO dan FAO merekomendasikan tentang karbohidrat untuk gizi manusia di antara yaitu (1) Asupan optimal setidaknya 55 persen dari total energi berasal dari berbagai sumber karbohidrat untuk segala usia, kecuali untuk anak di bawah dua tahun. Asupan optimal harus diperkenalkan secara bertahap mulai dari umur anak dua tahun. (2) Keseimbangan energi itu dijaga dengan mengonsumsi makanan yang mengandung setidaknya 55% dari total energi dari karbohidrat dari berbagai sumber, dan melakukan aktivitas fisik secara teratur. (3) Hindari mengonsumsi kadar karbohidrat di atas optimal, termasuk minuman yang mengandung karbohidrat, khususnya untuk tujuan aktivitas fisik rekreasi. Asupan karbohidrat tinggi, hanya dibutuhkan untuk ketahanan jangka panjang aktivitas fisik ekstrim. Sebagai aturan umumnya kepadatan zat gizi, konsumsi karbohidrat tinggi dianggap optimal untuk orang dewasa, tetapi untuk kebutuhan individu harus berdasarkan rekomendasi karena mereka membutuhkan zat gizi spesifik yang kompleks (Nantel, 1999).

Tentunya kecukupan asupan karbohidrat masing-masing individu bervariasi, hal tersebut tergantung perbedaan kebutuhan fisiologis dan tingkatan kebutuhan (Burke et al., 2001). Ukuran tubuh dalam berat badan, usia tergantung kepada tahap pertumbuhan dan perkembangan dan aktivitas fisik merupakan faktor-faktor yang berkaitan dengan kecukupan karbohidrat. Semakin besar ukuran tubuh dan semakin tinggi aktivitas fisik seseorang, maka akan berimplikasi terhadap kecukupan karbohidratnya yang semakin tinggi (Hardinsyah, Hadi Riyadi, 2013). Kebutuhan konsumsi karbohidrat berdasarkan kelompok umur dapat dilihat pada (Tabel 4.1) dan dijelaskan sebagai berikut((IOM) Institute of Medicine, 2005):

#### 1. Anak Usia 0 Sampai 12 Bulan

IOM menganjurkan kecukupan karbohidrat untuk anak usia 0-12 bulan menggunakan nilai AI (Adequate Intakes) yang didasarkan pada rata-rata asupan karbohidrat yang dikonsumsi dari ASI dan Makanan Pendamping ASI (MP-ASI). Kecukupan karbohidrat pada bayi umur 0–6 bulan sebesar 60 gr/hari dan pada bayi usia 7–12 bulan sebesar 95 gr/hari. Nilai tersebut diperoleh berdasarkan estimasi nilai tengah/nilai rata-rata asupan karbohidrat dari ASI pada anak umur 7-12 bulan sebesar  $50.7 \pm 5$  gr/hari. Rata-rata volume ASI yang dihasilkan adalah 0.6 liter/hari, asupan karbohidrat dari ASI sebesar 44 g/hari (0.6 liter /hari.x 74 gr/liter). Sehingga total asupan karbohidrat yang dibutuhkan

pada bayi adalah sebesar 95 gr/hari baik yang berasal dari ASI (Air Susu Ibu) maupun dari MP-ASI (Makanan Pendamping ASI).

## 2. Anak dan Remaja Usia 1-18 tahun

Anak yang telah berusia 1 tahun memiliki kebutuhan karbohidrat rata-rata (EAR) sama dengan orang dewasa dan tanpa perbedaan pada jenis kelamin. Nilai rata-rata kebutuhan karbohidrat (EAR) pada anak laki-laki dan perempuan umur 1-18 tahun adalah 100 gr/hari ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Sementara untuk angka kecukupan karbohidrat yang dianjurkan (RDA) ditetapkan dengan menggunakan koefisien variasi (CV= coefficient of variation) sebesar 15% berdasarkan variasi dalam pemanfaatan glukosa otak. RDA untuk karbohidrat pada anak usia 1-18 tahun adalah sebesar 130 gr/hari. WHO merekomendasikan untuk dapat mengurangi konsumsi makanan bebas gula hingga kurang dari 10% dari total asupan energi bagi anak-anak (World Health Organization, 2015).

## 3. Dewasa usia di atas 19 tahun

Kebutuhan karbohidrat pada orang dewasa pada umumnya adalah sama yaitu 100 gr/hari. Kebutuhan karbohidrat pada kelompok umur diatas 19 tahun tidak ada perbedaan pada kelompok jenis kelamin. Untuk kecukupan konsumsi karbohidrat perlu mempertimbangkan penambahan sejumlah dua kali nilai koefisien variasi (30%), sehingga kecukupan karbohidrat bagi perempuan dan laki-laki remaja atau dewasa adalah 130 gr/orang/hari ((IOM) Institute of Medicine, 2005)

## 4. Kondisi Hamil.

Kebutuhan karbohidrat pada masa kehamilan meningkat, hal ini disebabkan oleh peningkatan laju metabolisme yang menyebabkan meningkatnya kebutuhan energi dari sumber karbohidrat. Peningkatan kebutuhan energi ini disebabkan oleh pembentukan dari unit plasenta-janin dan peningkatan pasokan energi untuk pertumbuhan dan perkembangan janin (Herrera, 2000). Hal ini juga diperlukan untuk adaptasi ibu dalam keadaan hamil dan dibutuhkan untuk peningkatan berat badan wanita hamil. Kebutuhan asupan karbohidrat pada wanita hamil dihitung berdasarkan nilai kecukupan karbohidrat rata-rata (EAR) untuk wanita sebelum hamil (100 gr/hari) ditambah 35 g/hari untuk kebutuhan karbohidrat janin, sehingga total kebutuhannya adalah 135 gr/hari ((IOM) Institute of Medicine, 2005). IOM merekomendasikan kecukupan karbohidrat

pada ibu hamil pada rentang umur 14-20 tahun adalah 175 gr/hari. Glukosa ibu hamil menurun pada awal kehamilan, sehingga ibu hamil dengan asupan karbohidrat terlalu rendah dapat memicu terjadinya Glukoneogenesis yang tidak efisien (Hardinsyah, Hadi Riyadi, 2013).

### 5. Kondisi Laktasi/ Menyusui

Kebutuhan asupan karbohidrat selain pada masa kehamilan, pada masa menyusui juga terjadi peningkatan. Kebutuhan karbohidrat selama menyusui adalah jumlah asupan karbohidrat yang diperlukan untuk kebutuhan remaja putri atau wanita dewasa (100 g/hari) ditambah 60 gr/hari untuk menggantikan karbohidrat yang disekresikan dalam ASI ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Jadi, kebutuhan karbohidrat selama masa kehamilan adalah 160 gr/hari. Untuk mendapatkan kecukupan karbohidrat pada masa kehamilan maka perlu mempertimbangkan penambahan sejumlah 2 kali koefisien variasi sebesar 30%, sehingga nilai kecukupannya menjadi 210 gr/hari.

**Tabel 4.1:** Kriteria, Nilai EAR dan RDA untuk Karbohidrat menurut Kelompok Tahap Kehidupan((IOM) Institute of Medicine, 2005)

Kelompok Tahap Kehidupan	Kriteria	EAR (gr/hari)		RDA (gr/hari)		AI (gr/hari)
		Pria	Wanita	Pria	Wanita	
0 - 6 bulan	Knten Rata-rata dari ASI					60
7-12 bulan	Rata-rata asupan dari ASI dan MPASI					95
1-3 tahun	Perhitungan dari data orang dewasa	100	100	130	130	
4-8 tahun	Perhitungan dari data orang dewasa	100	100	130	130	
9-13 tahun	Perhitungan dari data orang dewasa	100	100	130	130	
14-18 tahun	Perhitungan dari data orang dewasa	100	100	130	130	
>18 tahun	Pemanfaatan glukosa otak	100	100	130	130	

Hamil (14-18 tahun)	EAR Wanita remaja ditambah pemanfaatan glukosa otak janin		135		175	
Hamil (19-50 tahun)	EAR Wanita dewasa ditambah pemanfaatan glukosa otak janin		135		175	
Menyusui (14-18 tahun)	EAR wanita remaja ditambah rata-rata karbohidrat dari ASI		160		210	
Menyusui (14-18 tahun)	EAR wanita remaja ditambah rata-rata karbohidrat dari ASI		160		210	

Selain menggunakan pendekatan IOM diatas, perhitungan kebutuhan karbohidrat dilakukan juga dengan cara by difference. Untuk cara ini, sebelumnya kebutuhan energi, protein dan lemak dihitung. Total kecukupan energi dikurangi dengan total energi dari kecukupan protein dan kecukupan lemak. Prinsip perhitungan kecukupan karbohidrat tertuang dalam rumus sebagai berikut:  $\text{Kecukupan Karbohidrat} = \text{Kebutuhan Energi (Kal)} - (\text{Kebutuhan Protein (g)} \times 4) \text{ Kal} - (\text{Kebutuhan lemak (g)} \times 9) \text{ Kal} : 4$  (Hardinsyah, Hadi Riyadi, 2013)

## 4.3 Kebutuhan Serat

Konsumsi serat merupakan kontribusi energi yang digunakan untuk total energi dari karbohidrat. Kebutuhan serat yang dikonsumsi dinilai berdasarkan serat total, yaitu jumlah dari serat pangan dan serat fungsional ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Serat Total adalah jumlah dari serat pangan dan serat fungsional. Serat pangan berarti karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan lignin yang bersifat intrinsik dan utuh pada tumbuhan. Serat fungsional berarti karbohidrat tidak tercerna terisolasi yang memiliki efek fisiologis menguntungkan pada manusia. Psyllium adalah contoh serat fungsional.

Konsumsi serat harian yang direkomendasikan yaitu berkisar 21 hingga 38 gr/hari (Milly Ryan-Harshman, 2006). Asupan serat harian dapat diperoleh dengan mengonsumsi 5 porsi buah dan sayur setiap hari, minimal sudah

memperoleh serat makanan sebanyak 10 gr hingga 20 gr. Sementara sisanya dapat diperoleh dari makanan pokok seperti nasi, roti gandum, dan sereal. Konsumsi makanan yang mengandung karbohidrat, termasuk biji-bijian, sayuran, buah-buahan, kacang-kacangan, kacang-kacangan, biji-bijian, dan produk susu, secara tidak langsung juga telah mengkonsumsi sumber serat dan zat gizi penting lainnya ((IOM) Institute of Medicine, 2005). Umumnya ditemukan bahwa makanan berserat tinggi lebih mengenyangkan, karena serat tertentu yang terisolasi memengaruhi rasa kenyang sementara, sehingga konsumsi makanan tinggi serat cukup efektif untuk penurunan asupan energi, khususnya penurunan asupan energi makan malam sebesar 10% (Pelkman et al., 2018)

Kebutuhan konsumsi serat dapat menggunakan nilai AI. Nilai AI pada konsumsi serat digunakan karena belum cukup kajian dalam menilai kecukupan serat. IOM merekomendasikan kecukupan konsumsi serat total yaitu 38 gr/hari untuk pria dan 25 gr/hari untuk wanita berusia 19 hingga 50 tahun, hal ini ditentukan berdasarkan kebutuhan serat untuk pengurangan risiko penyakit jantung koroner. Selanjutnya, secara keseluruhan belum ada bukti yang menunjukkan dampak dari kelebihan konsumsi serat pangan, sehingga nilai UL (Tolerable Upper Intake Level) atau batas atas konsumsi serat yang dapat ditoleransikan belum dapat ditetapkan ((IOM) Institute of Medicine, 2005).

Kecukupan asupan total serat (AI) untuk setiap kelompok umur dan jenis kelamin dapat dihitung dengan rumus:  $14 \text{ gr}/1.000 \text{ kkal} \times \text{asupan energi median (kkal}/1.000 \text{ kkal}/\text{hari})$ . Sehingga, dapat disarankan konsumsi serat 14 gr serat pangan/1.000 kkal, terutama serat yang berasal dari biji-bijian yang baik untuk kesehatan jantung ((IOM) Institute of Medicine, 2005).

Bayi dianjurkan mengkonsumsi ASI dan ASI diakui sebagai sumber makanan optimal untuk bayi, setidaknya selama tahun pertama kehidupan dan sebagai satu-satunya sumber zat gizi untuk bayi selama 4 sampai 6 bulan pertama kehidupan (IOM, 1991). Kebutuhan total serat untuk anak umur 1 tahun hingga 3 tahun sebesar 19 gr/hari, anak umur hingga 8 tahun sebesar 25 gr/hari, laki-laki umur 9 hingga 13 tahun sebesar 31 gr/hari, laki-laki umur 14-18 tahun sebesar 38 gr/hari, wanita umur 9 hingga 13 tahun sebesar 26 gr/hari, wanita umur 14 hingga 18 tahun sebesar 26 gr/hari, laki-laki umur 19 hingga 50 tahun sebesar 38 gr/hari, laki-laki umur >51 tahun sebesar 30 g/hari, wanita umur 19-50 tahun sebesar 25 g/hari dan wanita umur >51 tahun sebesar 21 gr/hari. Kecukupan asupan serat total pada ibu hamil sebesar 29 gr/hari dan pada ibu

menyusui 28 gr/hari. Kecukupan serat secara spesifik berdasarkan kelompok umur dapat dilihat dalam Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 :** Kriteria dan Nilai Kecukupan Asupan (AI) untuk Total Serat menurut Kelompok Umur (IOM) Institute of Medicine, 2005)

Kelompok Tahap Kehidupan	Kriteria	AI g/hari)	
		Pria	Wanita
0 - 6 bulan		TD*	TD*
7-12 bulan		TD*	TD
1-3 tahun	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner ( $14 \text{ gr}/1.000 \text{ kkal}$ ) $\times$ tingkat asupan energi rata-rata ( $\text{kkal}/1.000 \text{ kkal}/\text{hari}$ )	19	19
4-8 tahun	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner ( $14 \text{ gr}/1.000 \text{ kkal}$ ) $\times$ tingkat asupan energi rata-rata ( $\text{kkal}/1.000 \text{ kkal}/\text{hari}$ )	25	25
9-13 tahun	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner ( $14 \text{ gr}/1.000 \text{ kkal}$ ) $\times$ tingkat asupan energi rata-rata ( $\text{kkal}/1.000 \text{ kkal}/\text{hari}$ )	31	26
14-18 tahun		38	26
Hamil (14-18 tahun)	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner ( $14 \text{ gr}/1.000 \text{ kkal}$ ) $\times$ tingkat asupan energi rata-rata ( $\text{kkal}/1.000 \text{ kkal}/\text{hari}$ )		28
Hamil (19-50 tahun)	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner ( $14 \text{ gr}/1.000 \text{ kkal}$ ) $\times$ tingkat asupan energi rata-rata ( $\text{kkal}/1.000 \text{ kkal}/\text{hari}$ )		28
Menyusui (14-18 tahun)	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner ( $14 \text{ gr}/1.000 \text{ kkal}$ ) $\times$ tingkat asupan energi rata-rata ( $\text{kkal}/1.000 \text{ kkal}/\text{hari}$ )		29
Menyusui (19-50 tahun)	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner ( $14 \text{ gr}/1.000 \text{ kkal}$ ) $\times$ tingkat asupan energi rata-rata ( $\text{kkal}/1.000 \text{ kkal}/\text{hari}$ )		29

19-30 tahun	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner (14 gr/1.000 kkal) × tingkat asupan energi rata-rata (kkal/1.000 kkal/hari)	38	25
31-50 tahun	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner (14 gr/1.000 kkal) × tingkat asupan energi rata-rata (kkal/1.000 kkal/hari)	38	25
51-70 tahun	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner (14 gr/1.000 kkal) × tingkat asupan energi rata-rata (kkal/1.000 kkal/hari)	30	21
>70 tahun	Tingkat asupan terbukti memberikan perlindungan terbesar terhadap penyakit jantung koroner (14 gr/1.000 kkal) × tingkat asupan energi rata-rata (kkal/1.000 kkal/hari)	30	21

\*TD = Tidak Ditentukan

## 4.4 Angka Kecukupan Karbohidrat dan Serat Anjuran

Menteri Kesehatan Republik Indonesia menetapkan Angka Kecukupan Gizi Anjuran (AKG) bagi Bangsa Indonesia, ketentuan ini tertuang dalam peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2013 No.14 38 tentang Angka Kecukupan Gizi Anjuran untuk Masyarakat Indonesia. Tabel 4.3 Menyajikan Angka Kecukupan Gizi, khusus untuk karbohidrat dan serat menurut Umur dan jenis kelamin (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2019).

**Tabel. 4.3 :** Angka Kecukupan Karbohidrat dan Serat berdasarkan Kelompok Umur dan Jenis kelamin(Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2019)

Kelompok Umur	Karbohidrat (gr/hari)	Serat (g/hari)
<b>Bayi/Anak</b>		
0 - 5 Bulan	59	0
6 - 11 Bulan	105	11
1 - 3 Tahun	215	19

4 - 6 Tahun	220	20
7 - 9 Tahun	250	23
<b>Laki-laki</b>		
10 - 12 Tahun	300	28
13 - 15 Tahun	350	34
16 - 18 Tahun	400	37
19 - 29 Tahun	430	37
30 - 49 Tahun	415	36
50 - 64 Tahun	340	30
65 - 80 Tahun	275	25
80+ Tahun	235	22
<b>Perempuan</b>		
10 - 12 Tahun	280	27
13 - 15 Tahun	300	29
16 - 18 Tahun	300	29
19 - 29 Tahun	360	32
30 - 49 Tahun	340	30
50 - 64 Tahun	280	25
65 - 80 Tahun	230	22
80+ Tahun	200	20
<b>Hamil (+an)</b>		
Trimester 1	+25	+3
Trimester 2	+40	+4
Trimester 3	+40	+4
<b>Menyusui (+an)</b>		
6 bulan pertama	+45	+5
6 bulan kedua	+55	+6

# Bab 5

## Sumber Karbohidrat

### 5.1 Pendahuluan

Hasil pertanian berupa beras merupakan yang terbanyak di negara ini, sehingga dijadikan sebagai makanan pokok. Perlahan beras cenderung menjadi makanan pokok tunggal masyarakat Indonesia. Ketergantungan masyarakat Indonesia terhadap beras menjadi sangat tinggi, hingga konsumsi per tahunnya mencapai 130-140 kilogram per tahun per orang. Angka ini menjadikan konsumsi beras masyarakat Indonesia tertinggi di dunia. Sangat jauh dibandingkan dengan konsumsi beras masyarakat di negara Asia lainnya, yaitu sebanyak 60-70 kilogram per tahun per orang. Perlu stok yang sangat besar untuk memenuhi kebutuhan konsumsi beras masyarakat Indonesia (Kementan, 2012; Utami, 2015).

Padahal, selain beras, ada sumber karbohidrat lain yang bisa dan sering juga dijadikan makanan pokok di Indonesia, seperti ubi, jagung, singkong, talas, dan sagu. Walaupun konsumsi makanan pokok selain beras tadi masih terbatas pada daerah tertentu, sesuai dengan adat dan budaya yang dimiliki. Karbohidrat juga diketahui terdapat pada sayur umbi-umbian seperti wortel dan bit, sayur kacang-kacangan, serta bahan makanan hewani seperti daging dan ikan. Namun demikian, kadar karbohidrat yang terkandung dalam bahan makanan yang telah disebutkan tadi ada dalam jumlah yang sedikit, sehingga tidak dapat dikategorikan sebagai sumber utama karbohidrat. Selanjutnya, pada bab ini akan

dibahas sumber-sumber karbohidrat berdasarkan klasifikasi yang mengacu pada pendekatan pengelompokan yang dilakukan oleh Wijayati et al. dalam penelitiannya yang berjudul *Permintaan Pangan Sumber Karbohidrat di Indonesia* (Dewi and Purwidiani, 2015; Lestari, 2019; Wijayati et al., 2019).

## 5.2 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan komponen zat gizi yang sangat penting bagi makhluk hidup karena molekulnya memiliki karbon yang siap digunakan sel. Karbohidrat adalah senyawa sumber energi utama bagi tubuh. Secara kimia, karbohidrat adalah senyawa yang disusun oleh atom karbon, hidrogen, dan oksigen, dengan rumus  $(CH_2O)_n$ . Berdasarkan susunan kimianya, karbohidrat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok besar, yaitu monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida (Khowala et al., 2008; Nugraheni, 2015; Lestari, 2019).

Fungsi utama karbohidrat adalah sebagai sumber energi. Sebenarnya, energi juga bisa didapat dari lemak dan protein, tetapi harus dikonversi terlebih dahulu menjadi glukosa, sebelum bisa digunakan tubuh. Glukosa sendiri merupakan sumber energi satu-satunya yang bisa digunakan oleh otak dan susunan saraf pusat agar dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Selain itu, karbohidrat juga berperan dalam memberi rasa kenyang, gula darah, dan insulin.

Karbohidrat dapat berfungsi sebagai pemberi rasa manis pada makanan, khususnya monosakarida dan disakarida. Tingkat kemanisan karbohidrat bervariasi, yang paling manis adalah fruktosa, diikuti sakarosa, glukosa, maltosa, dan laktosa. Karbohidrat juga berfungsi sebagai penghemat protein. Apabila karbohidrat tidak mencukupi, maka protein akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi, dan secara bersamaan mengalahkan fungsi utama protein itu sendiri sebagai zat pembangun. Dengan tercukupinya karbohidrat, maka protein bisa digunakan sebagai zat pembangun, sesuai dengan fungsi utamanya.

Fungsi selanjutnya dari karbohidrat adalah sebagai pengatur metabolisme lemak. Kecukupan gizi karbohidrat akan mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna. Oksidasi lemak yang tidak sempurna akan menghasilkan bahan keton berupa asam asetoasetat, aseton, dan asam beta-hidroksi-butyarat. Bahan keton ini dapat menyebabkan ketosis atau asidosis yang merugikan

tubuh, sehingga dibutuhkan karbohidrat yang cukup setiap hari untuk mencegah ketosis, yaitu sebesar 50-100 gram karbohidrat per hari.

Karbohidrat juga dapat membantu proses pengeluaran feses. Karbohidrat jenis selulosa yang terdapat dalam serat makanan dapat mengatur gerak peristaltik usus. Sementara itu, hemiselulosa dan pektin mampu menyerap air dalam jumlah besar di usus besar, sehingga dapat memberi bentuk pada sisa makanan atau feses yang akan dikeluarkan. Mekanisme tersebut menunjukkan peran karbohidrat dalam membantu proses pengeluaran feses (Cumplings and Stephen, 2007; Nugraheni, 2015; Lestari, 2019).

## 5.3 Sumber Karbohidrat

Menurut Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2017, pangan sumber karbohidrat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu produk sereal, umbi-umbian, dan makanan jadi. Dalam penelitiannya, Wijayati et al. membagi lagi sumber pangan karbohidrat menjadi enam subkelompok, yaitu beras, tepung terigu, padi-padian, umbi, roti, dan makanan jadi (Wijayati et al., 2019).

### 5.3.1 Beras

Beras merupakan makanan pokok penduduk Indonesia. Beras memiliki kandungan zat gizi karbohidrat yang tinggi, tetapi kandungan protein yang rendah. Di Indonesia, dikenal beberapa jenis beras, di antaranya beras putih (*Oryza sativa* L.), beras merah (*Oryza nivara*), dan beras hitam (*Oryza sativa* L. *indica*).

Beras putih (*Oryza sativa* L.) merupakan jenis beras yang paling banyak dikonsumsi di Indonesia. Beras putih umumnya diolah menjadi nasi. Beras bisa dijadikan salah satu sumber pangan bebas gluten, yang dimanfaatkan terutama untuk kepentingan diet. Kandungan amilosa pada beras putih hanya sedikit, hanya sekitar 20%. Beras putih memiliki sedikit aleuron. Aleuron adalah lapisan kulit luar yang mudah terkelupas pada saat penggilingan. Penelitian membuktikan bahwa peningkatan konsumsi beras putih berkaitan dengan peningkatan risiko terjadinya Diabetes Melitus Tipe 2.

Beras merah (*Oryza nivara*) merupakan jenis beras yang memiliki nilai kesehatan tinggi. Beras merah mengandung karbohidrat, lemak, protein, serat, mineral, dan antosianin, yaitu pigmen merah yang terdapat pada lapisan kulit beras dan pada bagian gabah. Kandungan antosianin pada beras merah bermanfaat sebagai antioksidan (Hernawan and Meylani, 2016; Mangiri et al., 2016; Swasti et al., 2017).

Dalam artikelnya, Nuryani pada tahun 2013, menampilkan perbandingan kandungan zat gizi antara beras putih dan beras merah. Komponen zat gizi yang terkandung dalam beras putih dan merah secara garis besar hampir sama, hanya berbeda kandungannya pada beberapa zat gizi. Misalnya, kandungan serat, magnesium, posfor, potasium, folat, yang kandungannya hampir 3 kali lebih tinggi pada beras merah dibandingkan beras putih. Kandungan lemak, protein, dan karbohidrat pada beras merah hanya sedikit lebih tinggi daripada beras putih. Kandungan kalornya sendiri sama antara beras merah dan beras putih (Nuryani, 2013).



**Gambar 5.1:** Beras Putih, Beras Merah, dan Beras Hitam (MyFood, 2021)

Beras hitam (*Oryza sativa* L. *indica*) merupakan varietas lokal yang mengandung pigmen. Warna pericarp, aleuron, dan endosperm pada beras hitam berwarna merah-biru-ungu pekat. Warna tersebut menunjukkan kandungan antosianin yang ada pada beras hitam. Kandungan serat pangan (dietary fiber) dan hemiselulosa yang terkandung dalam beras hitam lebih tinggi daripada beras putih. Serat pangan pada beras hitam adalah sebesar 7,5%, sementara pada beras putih hanya sebesar 5,4%. Kandungan hemiselulosa pada beras hitam sebesar 5,8%, sedangkan pada beras putih sebesar 2,2% saja. Hemiselulosa dan serat diketahui bermanfaat untuk membantu untuk membentuk feses dan

pengeluarannya (Nugraheni, 2015; Hernawan and Meylani, 2016; Mangiri et al., 2016; Lestari, 2019). Gambar 5.1 menunjukkan perbedaan beras putih, merah, dan hitam secara visual.

### 5.3.2 Terigu

Terigu atau tepung terigu adalah tepung yang berasal dari bulir gandum. Gandum adalah salah satu tanaman biji-bijian yang banyak tumbuh di Amerika, Eropa, dan Australia. Ukuran partikel dari tepung terigu sangat halus. Tepung terigu biasa digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kue, mie, dan roti. Tepung terigu berfungsi untuk membentuk adonan, mengikat bahan lain, membentuk struktur yang kuat dan membentuk cita rasa. Tepung terigu mampu menyerap air dalam jumlah besar, sehingga dapat mencapai konsistensi yang tepat, memiliki elastisitas yang baik, dan dapat menghasilkan roti dengan remah yang halus, tekstur lembut, volume besar (Figoni, 2003; Rahmah et al., 2017; Cahayani, 2018; Gumelar et al., 2019).

Tepung terigu yang banyak beredar di Indonesia ada 3 jenis, yaitu hard flour, medium flour, dan soft flour. Hard flour memiliki kandungan protein paling tinggi di antara jenis tepung lainnya, yaitu sebesar 12-13%. Tepung terigu jenis ini banyak digunakan untuk membuat roti dan mie berkualitas tinggi. Contoh tepung jenis ini adalah tepung terigu Cakra Kembar.

Tepung terigu jenis medium flour banyak digunakan dalam pembuatan macam-macam kue dan biskuit. Protein yang terkandung dalam protein jenis medium adalah sebesar 9,4-11%. Tepung jenis medium banyak digunakan untuk membuat mie, roti, aneka macam kue, dan juga biskuit. Contoh tepung jenis medium adalah tepung terigu Segitiga Biru.

Tepung terigu soft flour memiliki kandungan protein paling rendah dibandingkan dengan jenis tepung terigu yang lain, yaitu sebesar 7-8,5%. Tepung terigu jenis ini cocok digunakan sebagai bahan pembuat kue dan biskuit. Contoh tepung jenis soft flour yang beredar di pasaran adalah tepung terigu Kunci Biru (Cahayani, 2018).

Protein yang terkandung dalam tepung terigu antara lain gluten, gliadin, albumin, globulin dan protease. Gluten merupakan kompleks protein tidak larut air yang dapat mengikat air. Sifat ini penting karena dapat menjadi pembentuk struktur kerangka. Gluten terdiri atas komponen gliadin dan glutenin yang menghasilkan sifat viskoelastis. Kandungan zat gizi dalam tepung terigu yang

paling banyak adalah karbohidrat, diikuti oleh air, protein, dan lemak (Figoni, 2003; Cahayani, 2018).

### 5.3.3 Padi-padian

Yang termasuk ke dalam padi-padian adalah beras ketan dan jagung beserta olahannya (Wijayati et al., 2019). Ketan (*Oriza sativa glutinosa*) masuk ke dalam kelompok varietas padi dan merupakan tumbuhan semusim. Beras ketan memiliki daya lekat yang jauh lebih tinggi dibandingkan beras biasa karena beras ketan mengandung amilopektin. Kadar lemak dalam beras ketan cukup rendah, hanya sekitar 0,7%, begitu juga dengan kandungan vitamin dan mineralnya. Vitamin yang terkandung dalam beras ketan di antaranya thiamin, riboflavin dan niacin. Sementara mineral yang terkandung dalam beras ketan adalah besi dan kalsium (Suriani, 2015).

Pemerintah dan pihak swasta terus melakukan upaya untuk memperkenalkan jagung sebagai sumber karbohidrat non beras. Selain mengandung karbohidrat, jagung mengandung protein dan lemak yang cukup tinggi. Semakin bertambahnya jumlah penduduk, pemanfaatan jagung juga semakin meningkat. Jagung bukan hanya dimanfaatkan langsung sebagai makanan, tetapi juga sebagai bahan pangan seperti minyak jagung, beras jagung, tepung jagung, dan makanan olah lainnya. Beras jagung dapat digunakan untuk mengganti beras, sementara tepung jagung dapat mengganti tepung pada roti dan mie. Produk yang dapat dihasilkan dari pengolahan jagung di antaranya bakwan jagung, cake jagung, emping jagung, dan kelapa tart jagung (Masniah and Syamsudin, 2013; Utami, 2015).

### 5.3.4 Umbi

Dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan di Indonesia dilakukan peningkatan produksi pangan dan diversifikasi konsumsi pangan. Umbi-umbian adalah bahan yang berasal dari dalam tanah. Umbi-umbian dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan karbohidrat, sekaligus mengurangi ketergantungan masyarakat Indonesia pada beras. Umbi-umbian tersedia sangat banyak di Indonesia, sehingga mudah didapatkan (Kementan, 2012; Latifah and Prahardini, 2020).

Contoh dari umbi-umbian yang dapat dikonsumsi sebagai sumber karbohidrat pengganti beras di antaranya adalah:

### 1. Ubi Kayu

Sering juga disebut dengan singkong, ubi kayu telah lama dikenal dan dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Tingkat konsumsi masyarakat Indonesia terhadap ubi kayu berada di tingkat ketiga setelah padi-padian dan jagung. Ada banyak jenis atau varietas dari ubi kayu, tetapi kandungan zat gizinya hampir serupa. Kandungan zat gizi terbanyak dari ubi kayu adalah karbohidrat, air, sedikit protein, lemak dan mineral. Perbedaan komponen zat gizi dari ubi kayu dipengaruhi oleh jenis atau varietas ubi kayu tersebut. Ubi kayu dapat diolah langsung dari bentuk segarnya, atau diproses terlebih dahulu menjadi produk setengah jadi. Produk setengah jadi dari ubi kayu di antaranya tepung tapioka, tepung ubikayu (kasava), gaplek/ tiwul, dan oyek Ubi kayu saat ini banyak diolah menjadi tepung ubi kayu modifikasi, yang disebut dengan mocaf. Tepung mocaf banyak digunakan dan diteliti untuk membuat berbagai macam kue dan bolu. Bentuk ubi kayu dapat dilihat pada Gambar 5.2 (Kementan, 2012; Feliana et al., 2014; Haloho, 2014).



**Gambar 5.2:** Ubi Kayu (Tabloid Sinar Tani, 2021)

### 2. Ubi Jalar

Di Papua, ubi jalar merupakan komoditi bahan makanan pokok masyarakatnya. Tanaman ini cenderung dapat tumbuh di mana saja, pada daerah dataran rendah hingga dataran tinggi, daerah kurang subur juga daerah kering. Kemudahan dalam tempat tumbuhnya menyebabkan banyak masyarakat yang membudidayakan tanaman ini. Ubi jalar dapat diolah menjadi berbagai

makanan, yaitu snack, es krim, dodol. Hampir semua bagian dari ubi jalar bermanfaat, namun yang dapat dijadikan sebagai bahan makanan adalah ubi segar dan tepungnya. Selain karbohidrat kompleks, zat gizi yang terkandung dalam ubi jalar adalah serat, pati sederhana (oligosakarida), beta karoten, vitamin C, dan vitamin B6. Varietas ubi jalar dengan daging oranye gelap memiliki kandungan beta karoten dan vitamin A lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lain. Berbagai varietas ubi jalar dapat dilihat pada Gambar 5.3 (Kementan, 2012).



**Gambar 5.3:** Ubi Jalar (Rahasiabelajar.com, 2020)

### 3. Kentang

Kentang merupakan umbi yang dihasilkan oleh tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.). Kentang termasuk komoditi sayuran yang diprioritaskan untuk dikembangkan dan berpotensi untuk dipasarkan, baik di dalam negeri, maupun diekspor ke luar negeri. Di dalam kentang, terkandung zat gizi karbohidrat, protein, lemak dalam jumlah sedikit, mineral seperti besi, fosfor, magnesium, natrium, kalsium, dan kalium, serta vitamin. Perbandingan protein terhadap karbohidrat kentang lebih tinggi dibandingkan dengan biji sereal dan umbi lain. Kandungan asam amino yang seimbang pada kentang sangat baik bagi kesehatan. Umbi kentang dapat dilihat pada Gambar 5.4 (Koesmartaviani, 2015).



**Gambar 5.4 :** Kentang (Suriyadi, 2019)

#### 4. Ganyong

Ganyong merupakan tanaman yang berpotensi menjadi sumber karbohidrat. Bagian yang diolah dari ganyong adalah umbinya. Umbi ganyong, terlebih dulu diolah untuk diambil patinya. Tepung ganyong cukup dikenal masyarakat Indonesia dan biasanya dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan aneka olahan kue dan jajanan. Kandungan karbohidrat pada ganyong cukup tinggi, yaitu sebesar 85,2 gram dalam 100 gram ganyong segar. Kandungan karbohidrat yang tinggi ini menyebabkan ganyong sangat tepat digunakan untuk membuat aneka olahan makanan pengganti beras. Tanaman dan umbi ganyong dapat dilihat pada Gambar 5.5 (Kementan, 2012).



**Gambar 5.5 :** Ganyong (Fauzan, 2020)

## 5. Talas

Talas merupakan tanaman yang mudah ditemukan di Indonesia. Tanaman ini tersebar dari tepi pantai hingga pegunungan, baik tumbuh liar maupun ditanam. Talas dapat tumbuh di berbagai kondisi lahan. Nilai ekonomi talas sangat tinggi, karena hampir seluruh bagian tanamannya dapat dimanfaatkan. Kandungan zat gizi karbohidrat yang dimiliki talas cukup tinggi, yaitu mencapai 77,9%. Talas memiliki kandungan amilopektin yang tinggi. Amilopektin menyebabkan rasa dan tekstur talas menjadi lengket dan pulen seperti beras ketan. Pati dalam talas mudah dicerna, sehingga cocok untuk dijadikan makanan lansia atau menu diet pasca sakit. Bentuk talas segar dapat dilihat pada Gambar 5.6 (Kementan, 2012).



**Gambar 5.6 :** Talas (Megumi, 2017)

## 6. Sagu

Sagu (*Metroxylone* sp.) merupakan salah satu pangan lokal yang memiliki potensi dalam mendukung program ketahanan pangan Indonesia. Potensi sagu paling besar ada di Papua dan Maluku. Tanaman sagu dapat tumbuh di lahan yang kurang cocok untuk tanaman lain, seperti di rawa. Hal ini menyebabkan sagu dapat tumbuh tanpa harus bersaing dalam penggunaan lahan dengan tanaman pangan lain. Tanaman ini juga termasuk tanaman tahunan, yang setelah ditanam, dapat menghasilkan selama bertahun-tahun. Sagu dapat dikonsumsi sebagai makanan pokok, seperti paped, sinoli, dan tutupola. Sagu juga dapat diolah menjadi tepung sagu, kemudian menjadi bahan baku pembuatan aneka cemilan dan mie. Kandungan karbohidrat sagu lebih tinggi daripada beras dan umbi-umbian lain. Sementara kalorinya hampir setara dengan beras dan jagung. Sagu juga mengandung serat yang baik untuk melancarkan pencernaan. Tanaman sagu dapat dilihat pada Gambar 5.7 (Tirta et al., 2013).



**Gambar 5.7 :** Sagu (Megumi, 2018)

### 5.3.5 Roti

Roti merupakan sumber karbohidrat yang banyak dikonsumsi saat ini karena sangat praktis. Roti sendiri adalah makanan olahan yang terbuat dari tepung terigu yang difermentasi menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) atau bahan pengembang lainnya, untuk kemudian dipanggang. Berbagai bahan pelengkap seperti kismis dan coklat dapat ditambahkan ke dalam adonan roti untuk menambah cita rasa dari roti (Pusuma et al., 2018; Arwini, 2021).

Roti pertama kali berkembang di Mesir, kemudian menyebar hingga ke Yunani dan merata hingga seluruh daratan Eropa. Selama masa penyebaran itu, roti terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi dan kondisi di masing-masing daerah. Saat ini, berbagai negara di dunia memiliki roti khas masing-masing, seperti roti canai di India dan tortilla di Meksiko.

Beberapa jenis roti yang dikenal saat ini, di antaranya:

1. Roti gandum, merupakan roti bertekstur kasar dan berwarna coklat. Roti jenis ini banyak diproduksi di Amerika dan Australia. Roti gandum kaya akan serat, sehingga baik untuk menu diet. Roti gandum cocok dimakan dengan salad buah maupun salad sayur.
2. Baguette, adalah roti tradisional dari negara Perancis. Roti ini dikenal dengan roti tongkat. Baguette memiliki kulit yang keras dan berwarna coklat, sementara bagian dalamnya banyak terdapat lubang-lubang. Biasanya, baguette diiris tipis-tipis dan disajikan dengan sup, atau dipanggang dan diberi aneka topping.
3. Croissant, seperti baguette, croissant juga berasal dari Perancis. Berbentuk mirip bulan sabit, roti ini dibuat dari adonan berlapis. Croissant memiliki tekstur yang renyah dan empuk, biasanya disajikan saat sarapan dengan diolesi mentega.
4. Bagel, roti khas dari Eropa Timur ini bentuknya bulat seperti donat. Bedanya, bagian dalam bagel lebih padat dibandingkan donat. Bagel biasanya disajikan saat makan pagi, dengan cara dibelah, dibakar dan dioles keju krim. Kismis atau wijen biasanya ditambahkan pada adonan bagel (Arwini, 2021).
5. Roti tawar, merupakan jenis roti yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Roti tawar merupakan salah satu jenis roti

sponge yang tersusun dari gelembung gas. Roti tawar mudah dijangkau oleh seluruh golongan masyarakat karena harganya yang relatif murah (Pusuma et al., 2018).

Selain tepung terigu, roti bisa dibuat menggunakan tepung jenis lain. Kandungan gizi dalam roti yang paling banyak adalah karbohidrat, namun demikian, komponen masing-masing zat gizi, seperti protein, lemak, dan mineral berbeda-beda, tergantung dari bahan baku pembuat roti (Sugiharto and Ayustaningwarno, 2014; Pusuma et al., 2018).

### 5.3.6 Makanan Jadi

Sumber pangan karbohidrat yang termasuk ke dalam kelompok ini contohnya nasi putih dan mie instan. Nasi putih yang dimaksud adalah nasi putih yang siap konsumsi, dan tidak diolah dari beras terlebih dahulu. Penelitian Wijayati pada tahun 2019 menunjukkan bahwa saat ini terdapat pergeseran pola konsumsi masyarakat. Dari tahun ke tahun, terdapat kecenderungan rumah tangga membeli makanan di luar rumah dibandingkan dengan memasak sendiri di rumah. Selama kurun waktu itu, pola permintaan pangan masyarakat cenderung bergeser pada budaya praktis, yaitu dengan membeli makanan jadi. Makanan jadi dalam kemasan seperti mie instan, dapat dilihat nilai gizinya yang tercetak di kemasannya (Wijayati et al., 2019).



# **Bab 6**

## **Akibat Kekurangan dan Kelebihan Karbohidrat**

### **6.1 Penyebab Kekurangan dan Kelebihan Karbohidrat**

Kekurangan karbohidrat pada tubuh seseorang biasanya dialami pada orang yang menderita kelaparan. Penyebabnya adalah kurang mengonsumsi bahan pangan yang mengandung karbohidrat. Selain itu, seseorang yang mengalami disfungsi pada organ mulut dan pencernaan juga rentan mengalami kekurangan asupan karbohidrat dan zat gizi lainnya. Gangguan pada organ mulut dan pencernaan dapat terjadi pada orang lanjut usia dan orang-orang dengan kasus tertentu sehingga asupan karbohidrat berkurang. Selain itu, gangguan sistem pencernaan dapat menyebabkan adanya gangguan dalam penyerapan karbohidrat di dalam tubuh. Gejala yang dialami jika seseorang mengalami kekurangan karbohidrat, antara lain seperti demam, pusing, kelelahan, tubuh terasa lemah, hilangnya jaringan otot, hingga rentan terserang penyakit

Kelebihan karbohidrat pada tubuh biasanya dialami pada orang yang mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat dan gula secara berlebihan. Penyebabnya adalah konsumsi makanan yang mengandung

karbohidrat dan gula secara berlebihan. Hal ini dapat meningkatkan asupan berbagai zat gizi lain yang sering ditemukan dalam berbagai makanan yang mengandung karbohidrat. Asupan karbohidrat berlebih dapat disebabkan oleh peningkatan perilaku melihat layar (screen time) seperti kegiatan menonton televisi dan bermain game menggunakan gadget. Ketika seseorang menonton televisi dan menggunakan gadget, konsumsi karbohidrat berlebih dapat terjadi karena perilaku mengonsumsi snack cemilan dan minuman manis meningkat (Cameron et al., 2016).

Pada masa ini, anak-anak lebih sering mengonsumsi makanan dan minuman yang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi seperti, minuman bersoda, dan beberapa jenis makanan siap saji seperti pizza, burger dan lainnya (Rahmawati dan Marfuah, 2016). Karbohidrat yang dikonsumsi secara berlebihan dapat meningkatkan risiko penyakit tidak menular, seperti obesitas, diabetes melitus dan penyakit jantung koroner. Gejala yang dialami jika seseorang mengalami kelebihan karbohidrat antara lain sakit kepala, masalah kulit (jerawat), sistem pencernaan yang buruk dan sulit menurunkan berat badan.

## 6.2 Akibat Kekurangan Karbohidrat

Karbohidrat adalah zat gizi makro yang memiliki manfaat bagi tubuh manusia. Jika tubuh mengalami kekurangan karbohidrat, maka tubuh manusia tidak mampu menghasilkan energi yang cukup untuk aktivitas sehari-hari. Hal ini dapat mengakibatkan munculnya gangguan pada kesehatan. Gangguan akibat kekurangan karbohidrat yang dapat terjadi antara lain tubuh terasa lemah, kelelahan, kepala pusing, hingga rentan terserang penyakit. Beberapa hal yang dapat terjadi akibat kekurangan karbohidrat dalam tubuh antara lain, kekurangan energi protein (KEP), kehilangan massa lemak dan otot, hipoglikemia, asidosis, kelelahan dan penurunan tingkat energi, penurunan sistem kekebalan tubuh dan kematian.

### 6.2.1 Kekurangan Energi Protein (KEP)

Kekurangan energi protein (KEP) adalah kondisi kurang gizi yang disebabkan oleh konsumsi energi dan protein yang rendah sehingga tidak dapat memenuhi kecukupan yang dianjurkan setiap hari. KEP dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu kwashiorkor, marasmus, dan marasmus-kwashiorkor. Kwashiorkor

terjadi akibat adanya kekurangan protein, marasmus terjadi akibat kekurangan energi, sedangkan jenis marasmus-kwashiorkor merupakan gabungan dari kekurangan energi dan protein (Adriani et al., 2012). Salah satu faktor penyebab dari kejadian KEP adalah adanya defisiensi energi maupun protein yang menunjukkan adanya kekurangan konsumsi makanan yang mengandung energi maupun protein. Adanya penyakit infeksi juga dapat menghambat penyerapan zat gizi yang dapat menimbulkan keadaan kekurangan energi protein (Adriani et al., 2012).

Pada kondisi tubuh berada dalam keadaan lapar atau tidak mengonsumsi karbohidrat yang berkepanjangan, kekurangan energi dan protein dapat terjadi. Kekurangan energi protein banyak terjadi pada anak di bawah usia lima tahun (balita). Asupan energi rendah yang terjadi pada balita dapat meningkatkan risiko balita mengalami masalah status gizi. Penelitian Soumokil (2017) menunjukkan bahwa balita dengan asupan energi rendah, memiliki risiko mengalami gizi kurang 1,8 kali lebih besar dibandingkan dengan balita yang memiliki asupan energi yang cukup. Penelitian lain dari Baculu et al. (2015) menunjukkan bahwa anak balita yang memiliki asupan energi yang kurang, akan berisiko 9,86 kali lebih besar mengalami gizi buruk dibandingkan dengan anak balita yang memiliki asupan energi yang cukup. Oleh karena itu, agar metabolisme tubuh balita tidak terganggu dan tetap optimal, asupan energi dalam tubuh dan zat gizi lainnya harus dipenuhi dengan jumlah yang seimbang.

Salah satu faktor langsung yang dapat memengaruhi kejadian gizi kurang atau gizi buruk pada balita adalah asupan energi. Ketika kondisi glukosa yang berasal dari makanan tidak ada dan simpanan glikogen dalam tubuh habis, sumber energi yang berasal dari sumber selain karbohidrat yaitu protein dan lemak akan digunakan untuk memproduksi energi, sehingga protein dan lemak ini tidak dapat melakukan fungsi utamanya. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya gangguan metabolisme pada tubuh anak balita, sehingga status gizi anak balita tersebut menjadi tidak normal, bahkan bisa sampai menderita kekurangan energi protein. Asupan energi yang berasal dari zat gizi makro (karbohidrat, lemak dan protein) serta zat gizi mikro (vitamin dan mineral) harus diperhatikan terutama pada masa balita karena asupan zat gizi tersebut sangat diperlukan untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan anak balita (Fadlillah et al., 2020).

## 6.2.2 Kehilangan Massa Lemak dan Otot

Kehilangan massa lemak dan otot dapat terjadi ketika tubuh berada dalam keadaan lapar atau tidak mengonsumsi karbohidrat yang berkepanjangan. Cadangan lemak dan juga asam amino yang biasa digunakan untuk produksi energi di dalam tubuh sebagai pengganti peran karbohidrat akan terus berkurang sehingga menyebabkan penyusutan pada massa lemak, otot, penurunan berat badan dan juga dapat terjadi gangguan pertumbuhan (Sumbono, 2021).

Glukosa di dalam tubuh dapat dibentuk melalui proses pemecahan protein dan lemak. Protein yang berada di dalam otot skeletal atau jaringan lain akan dipecah menjadi bentuk asam amino. Lalu kemudian akan terjadi proses metabolisme di dalam hati untuk membentuk glukosa. Pemecahan dari protein ini dapat mengurangi massa otot. Keadaan ini dapat menyebabkan adanya atrofi otot (penyusutan/pegecilan jaringan otot) dan lama kelamaan akan terjadi kehilangan massa lemak dan otot di dalam tubuh (Tortora et al., 2009).

## 6.2.3 Hipoglikemia

Hipoglikemia merupakan kondisi klinis di dalam tubuh manusia, yang ditandai dengan adanya penurunan kadar glukosa darah melewati batas yang bisa ditoleransi oleh tubuh, yaitu  $\leq 70$  mg/dl. Ketika tubuh berada dalam keadaan lapar atau tidak mengonsumsi karbohidrat dalam waktu yang panjang, ketersediaan glukosa dalam tubuh akan menurun. Keadaan ini dapat menyebabkan penurunan kadar glukosa darah (Sumbono, 2021).

Di dalam kondisi normal, satu-satunya sumber energi yang dapat digunakan oleh otak adalah glukosa. Oleh karena itu agar fungsi otak dapat berjalan normal, kadar glukosa darah di dalam tubuh harus dipertahankan dalam keadaan normal yaitu sekitar 70-100 mg/dl. Jika kadar glukosa darah mengalami penurunan, tubuh akan mengaktifkan suatu respon yang disebut CRR (counter of regulatory respons). Respon ini berperan untuk mencegah terjadinya hipoglikemia. Mekanisme utama dari CRR ketika kadar glukosa darah turun adalah penurunan sekresi insulin, dan peningkatan sekresi hormon lain seperti glukagon dan epinefrin. Apabila kejadian hipoglikemia ini berlangsung secara berkepanjangan, maka tubuh akan meningkatkan sekresi growth hormone dan kortisol (Nirantharakumar et al., 2012). Seseorang yang mengalami hipoglikemia, sebaiknya segera mendapatkan terapi dengan cepat dan tepat. Jika tidak segera ditangani, hal ini akan menimbulkan risiko komplikasi yang serius. Gejala yang dialami ketika seseorang mengalami hipoglikemia, antara lain

berkeringat, jantung berdebar, gemetar, pusing, dan lapar (Morales et al., 2014).

#### 6.2.4 Asidosis

Asidosis adalah kondisi ketika kadar asam di dalam darah sangat tinggi atau kondisi keasaman dalam darah yang berlebihan. Kondisi asidosis dapat ditandai dengan beberapa gejala, seperti napas yang lebih pendek dan dalam dan adanya sakit kepala. Di dalam keadaan normal, pH darah berada di kisaran 7,4. Jika asidosis terjadi, kondisi pH darah berada di kisaran kurang dari 7,35 atau bisa dikatakan tubuh berada dalam keadaan asam.

Pada kejadian kelaparan karena kekurangan karbohidrat, ada pergeseran metabolisme dari glikolisis (proses pemecahan glukosa) ke lipolisis (proses pemecahan lemak) dan ketogenesis (proses pembentukan badan keton) untuk memenuhi kebutuhan energi di dalam tubuh. Produksi asam-keto tersebut menyebabkan adanya peningkatan keasaman dalam darah dan jaringan tubuh lainnya. Perubahan dalam pH darah dapat menyebabkan kerusakan sel yang tidak dapat kembali ke keadaan semula atau ireversibel (Sumbono, 2021).

Pada keadaan asupan kalori yang rendah, kelaparan, atau dalam keadaan berpuasa, tubuh akan mengalami kekurangan glukosa sehingga cadangan glikogen yang berada di hati akan dipecah menjadi glukosa dan diedarkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Ketika cadangan glikogen di dalam hati sudah habis, tubuh akan memenuhi kebutuhan glukosa di dalam tubuh dengan membentuk glukosa melalui proses glukoneogenesis. Proses glukoneogenesis adalah proses di mana glukosa akan dibentuk oleh tubuh dari zat gizi lain selain karbohidrat, seperti menggunakan lemak dan protein. Lemak yang berbentuk trigliserida, akan dipecah menjadi gliserol dan asam lemak. Selanjutnya, gliserol akan diproses oleh tubuh untuk membentuk glukosa, sedangkan asam lemak akan diproses oleh tubuh untuk membentuk badan keton. Badan keton yang berada di dalam darah dapat menurunkan ion bikarbonat dan menyebabkan penurunan pada pH darah sehingga dapat menimbulkan keadaan ketoasidosis. Keadaan ketoasidosis ini selanjutnya dapat menyebabkan keadaan penurunan kesadaran (koma), bahkan hingga kematian jika tidak ditangani dengan cepat dan tepat.

### 6.2.5 Penurunan Sistem Kekebalan Tubuh

Kekurangan karbohidrat dapat memengaruhi sistem kekebalan tubuh seseorang, sehingga seseorang menjadi mudah terserang penyakit. Pada orang-orang yang mengalami keadaan kekurangan karbohidrat, biasanya akan ditemukan juga kejadian kekurangan vitamin dan mineral serta peningkatan hilangnya cairan di dalam tubuh. Kondisi ini yang menyebabkan sistem imunitas dalam tubuh tidak dapat bekerja dengan optimal (Sumbono, 2021). Karbohidrat (termasuk pati, b-glukan, karagenan, peptidoglikan dan kitosan), diketahui memiliki peran pada respon imun di dalam tubuh.

Pada kondisi kekurangan karbohidrat, tubuh dapat mengalami kondisi kekurangan energi protein. Kondisi kekurangan energi protein ini dapat mengganggu sistem kekebalan tubuh, misalnya adanya gangguan berkaitan dengan sel imunitas berperantara (cell-mediated immunity), gangguan pada fungsi fagosit, gangguan pada produksi sitokin, serta gangguan pada sekresi antibodi imunoglobulin A. Kekurangan energi protein juga dapat memengaruhi imunitas spesifik (Limfosit-T dan limfosit-B) dan juga imunitas non-spesifik (monosit dan polymorphonuclear). Oleh karena itu, asupan karbohidrat harus diperhatikan agar tidak terjadi penurunan sistem kekebalan tubuh. Jika tubuh seseorang mengalami kekurangan karbohidrat, respon imun dalam tubuh tidak dapat melakukan perannya dengan maksimal sehingga seseorang mudah terserang penyakit.

### 6.2.6 Kelelahan dan Penurunan Tingkat Energi

Dampak kekurangan karbohidrat dalam tubuh akan mengakibatkan berkurangnya sumber energi dalam tubuh tersebut sehingga muncul gejala kelelahan. Kelelahan ini akan memberikan dampak lebih nyata pada seseorang yang juga kurang mengonsumsi protein dan lemak sebagai pengganti sumber energi di dalam tubuh. Sehingga nantinya akan berdampak pada keadaan fisik atau kesehatan dari seseorang tersebut (Sumbono, 2021).

### 6.2.7 Kematian

Kematian akibat kurangnya asupan karbohidrat dalam tubuh bisa terjadi pada seseorang yang mengalami kelaparan yang berat. Kematian ini juga bisa terjadi pada seseorang dengan kondisi tubuh yang sudah tidak mampu lagi menyerap karbohidrat, serta mengalami kekurangan zat gizi makro seperti protein dan

lemak dalam tubuh sebagai pengganti sumber energi di dalam tubuh (Sumbono, 2021).

## 6.3 Akibat Kelebihan Karbohidrat

Kelebihan karbohidrat dapat terjadi bila konsumsi karbohidrat melalui makanan melebihi jumlah yang dianjurkan. Kelebihan karbohidrat selanjutnya dapat disimpan di dalam tubuh dalam bentuk lemak. Lemak ini sewaktu-waktu dapat dipergunakan oleh tubuh sebagai sumber cadangan energi di dalam tubuh. Kelebihan karbohidrat yang terjadi secara terus-menerus dapat menyebabkan terjadinya kelebihan berat badan atau kegemukan pada seseorang. Kegemukan dapat menyebabkan gangguan pada fungsi tubuh dan dapat meningkatkan risiko penyakit kronis. Beberapa akibat yang terjadi apabila tubuh mengalami kelebihan karbohidrat, antara lain obesitas, diabetes mellitus, dan penyakit jantung koroner.

### 6.3.1 Obesitas

Obesitas adalah suatu kondisi di mana terjadi akumulasi lemak yang berlebih pada tubuh seseorang. Obesitas disebabkan oleh adanya penumpukan simpanan lemak di dalam tubuh, namun tidak diubah menjadi energi sebagai sumber tenaga. Simpanan lemak ini berasal dari konsumsi karbohidrat yang berlebihan, lalu menyebabkan penambahan berat badan seseorang, kemudian mengakibatkan terjadinya obesitas (Evan et al., 2017).

Obesitas dapat terjadi apabila terjadi ketidakseimbangan energi di dalam tubuh, di mana asupan energi melebihi pengeluaran energi. Hal ini akan berdampak pada peningkatan berat badan, yang biasanya sebagian besar berupa massa lemak tubuh. Di dalam proses metabolisme energi, asupan makanan diperlukan oleh tubuh khususnya asupan zat gizi makro. Zat gizi makro yang terdiri dari karbohidrat, lemak, protein berperan sebagai zat gizi yang menyumbangkan energi dan makanan yang mengandung energi tinggi terbukti menjadi salah satu penyebab obesitas.

Karbohidrat merupakan salah satu zat gizi makro yang dapat menghasilkan energi bagi tubuh dan dapat berkontribusi pada kelebihan asupan energi dan penambahan berat badan. Jika asupan energi dikontrol secara ketat, komposisi zat gizi makro dari makanan tidak secara substansial memengaruhi berat badan

atau massa lemak. Namun, apabila asupan karbohidrat tidak terkontrol dan berlebih, salah satu penyakit yang dapat timbul yaitu obesitas.

Hasil penelitian Kurdanti et al. (2015) pada anak SMA menunjukkan bahwa ada hubungan antara asupan karbohidrat dengan kejadian obesitas. Penelitian lain dari Primashanti et al. (2018) pada anak obesitas juga menunjukkan bahwa ada hubungan antara asupan karbohidrat dengan kejadian obesitas. Asupan karbohidrat ditemukan lebih tinggi pada kelompok obesitas dibandingkan dengan kelompok yang tidak obesitas. Jenis makanan yang dikonsumsi oleh sebagian besar kelompok obesitas di penelitian tersebut adalah, cilok, batagor, mie ayam, nasi goreng, siomay dan bakso. Selain itu, makanan tinggi karbohidrat juga didapatkan dari jenis makanan ringan atau cemilan seperti keripik kentang dan keripik singkong. Ukuran atau porsi makan yang berlebihan juga dapat menyebabkan jumlah kandungan kalori yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah porsi makanan yang dianjurkan setiap hari (Proverawati et al. 2008).

Hasil penelitian lain yaitu penelitian dari Agita et al. (2018), di mana penelitian dilakukan pada anak SMA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada asupan karbohidrat anak SMA di kelompok obesitas dan kelompok tidak obesitas. Kelebihan berat badan pada anak SMA di penelitian ini, disebabkan adanya kebiasaan mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat tinggi pada responden anak SMA yang termasuk dalam kelompok obesitas. Penelitian lain dari Mokolensang et al. (2016) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan karbohidrat dengan kejadian obesitas pada siswa-siswi SMA di Kota Bitung. Jenis makanan yang sering dikonsumsi oleh remaja obesitas di penelitian tersebut antara lain nasi, kentang goreng, mie, es krim, roti, batagor, bakso, minuman berkarbonasi dan minuman kemasan. Selain itu, penelitian lain dari Sari et al. (2017) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan karbohidrat dengan kejadian obesitas pada anak sekolah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa responden yang memiliki asupan karbohidrat berlebih, memiliki risiko 2,4 kali lebih besar mengalami obesitas dibandingkan dengan responden yang tidak mengonsumsi karbohidrat berlebih. Beberapa jenis makanan yang sering dikonsumsi anak kelompok obesitas di penelitian ini, yaitu nasi uduk, brownies dan spaghetti.

### 6.3.2 Penyakit Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus adalah penyakit degeneratif yang ditandai dengan adanya peningkatan pada kadar glukosa di dalam darah. Peningkatan kadar glukosa

darah ini disebabkan oleh produksi hormon insulin di dalam tubuh. Insulin adalah hormon yang diproduksi oleh sel pankreas dan berfungsi mengangkut glukosa dari darah ke sel tubuh. Apabila kadar glukosa darah di dalam tubuh tidak terkontrol, dapat menyebabkan beberapa penyakit komplikasi seperti penyakit jantung koroner, penyakit ginjal, stroke, dan penyakit infeksi lainnya (Aufa, 2021).

Penyakit diabetes mellitus dipengaruhi oleh berbagai macam faktor. Faktor tersebut bisa dibedakan menjadi faktor eksternal dan faktor internal, meliputi genetik, faktor stress, umur, overweight/obesitas, aktivitas fisik, dan pola makan. Pola makan dengan asupan karbohidrat dan asupan serat yang rendah dapat memengaruhi kinerja hormon insulin dalam membantu mengontrol kadar glukosa di dalam darah. Asupan karbohidrat yang tinggi akan menyebabkan terjadinya peningkatan kadar glukosa darah di dalam tubuh. Selain itu, asupan serat yang rendah juga akan memengaruhi kadar glukosa darah pada individu tersebut (Aufa, 2021).

Penelitian lain yaitu penelitian Amanina (2015) menunjukkan bahwa asupan karbohidrat memiliki pengaruh terhadap kadar glukosa darah seseorang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan karbohidrat dengan kadar glukosa darah pada responden di wilayah Puskesmas Purwosari. Selain itu, penelitian lain dari Juwita et al. (2019) menunjukkan adanya hubungan antara asupan karbohidrat dengan kadar glukosa darah sewaktu pada pasien DM tipe 2 di Puskesmas Kecamatan Cimahi Tengah. Sementara itu, penelitian lain dari Sandra et al. (2014) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan karbohidrat dengan kadar glukosa darah pada pasien DM tipe 2 di RSUD Kota Salatiga. Penelitian lain dari Listiana et al. (2015) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara asupan karbohidrat dengan kadar glukosa darah sewaktu pada pasien DM tipe 2 pada responden wanita usia 45-55 tahun di Kota Semarang.

Mekanisme hubungan antara asupan karbohidrat dengan kadar glukosa darah di dalam tubuh yaitu glukosa darah dipecah di dalam tubuh dan diserap dalam bentuk monosakarida yang dapat menyebabkan adanya peningkatan kadar glukosa darah dan juga peningkatan pada sekresi insulin. Sekresi insulin yang tidak cukup dapat mengakibatkan terjadinya resistensi insulin. Keadaan resistensi insulin ini dapat menghambat dan mengganggu peredaran darah ke seluruh jaringan tubuh yang akhirnya dapat mengakibatkan peningkatan/penumpukan glukosa pada darah (Gropner et al., 2016).

### 6.3.3 Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner (PJK) merupakan suatu keadaan kronis akibat terjadinya penyempitan, penyumbatan, atau adanya kelainan pada pembuluh nadi koroner. Penyempitan atau penyumbatan ini dapat menghentikan aliran darah ke otot sehingga menimbulkan gejala seperti rasa nyeri di bagian dada. Pada kondisi PJK yang lebih parah, kemampuan jantung dalam memompa darah ke seluruh tubuh dapat mengalami penurunan atau hilang (Krisnatuti et al. 1999).

Faktor risiko penyakit jantung koroner antara lain, faktor genetik, kolesterol, tekanan darah, gaya hidup, aktivitas fisik dan pola makan (Hajar, 2017). Asupan karbohidrat, lemak dan protein dapat memengaruhi kadar kolesterol darah (Dehghan et al., 2017). Konsumsi karbohidrat yang berlebihan terutama dalam bentuk fruktosa dan sukrosa dapat meningkatkan laju lipogenesis dan esterifikasi asam lemak. Hal ini dapat meningkatkan sintesis triasilgliserol dan sekresi ery *Low Density Lipoproteins* (VLDL). Selain itu, kadar trigliserida di dalam tubuh juga dapat meningkat karena asupan karbohidrat yang tinggi (Ter Horst et al., 2017).

Berdasarkan penelitian Yanti et al. (2020), pasien yang mengalami Penyakit Jantung Koroner (PJK) di Kota Banda Aceh mempunyai profil lipid tinggi yang disebabkan oleh asupan karbohidrat yang berlebihan. Lalu, pasien yang memiliki asupan karbohidrat berlebih ini mempunyai risiko 2,96 kali lebih tinggi terkena PJK dibandingkan dengan pasien yang mempunyai asupan karbohidrat cukup. Hasil penelitian Tsalissavrina et al. (2013) menyimpulkan bahwa konsumsi makanan dengan kandungan karbohidrat tinggi dapat menyebabkan peningkatan kadar trigliserida dalam darah. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa asupan karbohidrat berkorelasi positif dengan kolesterol. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan asupan karbohidrat akan disertai dengan peningkatan kadar kolesterol darah (Utami et al. 2017). Asupan karbohidrat yang berlebihan dapat menyebabkan adanya peningkatan dalam pembentukan asetil-KoA dari proses dekarboksilasi fosforilasi dan juga adanya peningkatan kolesterol melalui lintasan yang kompleks. Hal ini dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit jantung koroner pada seseorang.

# **Bab 7**

## **Pencernaan dan Metabolisme**

### **7.1 Pendahuluan**

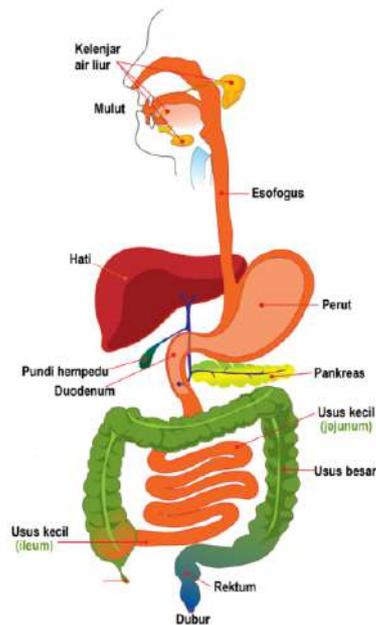
Rasa lapar merupakan mekanisme alamiah dimiliki oleh makhluk hidup. Rasa lapar merupakan sinyal yang diberikan oleh tubuh ketika tubuh membutuhkan zat gizi untuk menjalankan dan mempertahankan fungsinya. Hal ini yang menyebabkan manusia membutuhkan makanan untuk tetap hidup. Saat kita mengonsumsi makanan, makanan tersebut masih dalam bentuk kompleks (karbohidrat, lemak, protein) sedangkan yang dapat digunakan oleh tubuh adalah zat gizi makanan yang sudah terurai menjadi bagian yang lebih sederhana (glukosa, asam lemak, dan asam amino) (Muchtadi, 2009).

Oleh karena itu, makanan yang dikonsumsi memerlukan proses konversi makanan secara bertahap dan melibatkan banyak sistem kerja dalam tubuh. Tahap konversi makanan sejak awal hingga dapat digunakan oleh tubuh disebut sebagai proses pencernaan dan metabolisme. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai bagaimana proses pencernaan dan metabolisme makanan dalam tubuh manusia serta gangguan yang dapat terjadi pada proses tersebut.

## 7.2 Sistem pencernaan

Proses pencernaan makanan akan dimulai sejak makanan masuk ke dalam mulut. Pencernaan adalah proses mengubah makanan menjadi bentuk yang sederhana untuk diabsorpsi oleh tubuh. Sistem pencernaan merupakan salah satu bagian terpenting dalam sistem tubuh manusia. Pencernaan makanan terjadi di sepanjang saluran pencernaan atau dikenal juga dengan istilah saluran gastrointestinal.

Saluran pencernaan diperkirakan memiliki panjang 10 meter dimulai dari mulut hingga anus dengan organ pencernaan yang menempel di sepanjang salurannya. Organ yang akan menjalankan fungsi dalam mengolah makanan yang dikonsumsi. Makanan yang diproses dalam saluran pencernaan diserap dalam aliran darah dan siap digunakan oleh tubuh menjadi zat gizi. Secara umum fungsi fisiologi dari saluran pencernaan adalah menerima makanan, menghaluskan makanan, transporasi makanan, absorpsi dan transportasi hasil pencernaan serta menyimpan dan ekskresi produk sisa (Almatsier, 2009).



**Gambar 7.1:** Anatomi dan komponen sistem pencernaan (Asila, 2017)

## 7.2.1 Organ pencernaan

Organ pencernaan memiliki peran penting dalam proses pencernaan kita. Organ pencernaan merupakan serangkaian organ berongga yang saling terhubung dari mulut ke anus. Pada setiap organ besar dan berongga yang ada di sistem pencernaan memiliki otot yang memungkinkan dindingnya bergerak. Pergerakan dinding organ dapat mendorong makanan dan cairan dan dapat mencampur makanan untuk menuju organ selanjutnya.

Adapun organ pencernaan dalam tubuh manusia antara lain :

### 1. Mulut

Mulut merupakan saluran pencernaan pertama manusia. Mulut berfungsi mengunyah dan menelan makanan untuk masuk ke saluran pencernaan selanjutnya. Pada mulut terdapat gigi geligi yang akan membantu proses mengunyah makanan serta ada saliva dan enzim yang akan mempermudah makanan ditelan dan dimulainya proses kimiawi.

### 2. Esofagus

Esofagus merupakan penghubung antara mulut ke lambung. esofagus adalah organ di mana makanan yang dikunyah dan dilunakkan akan lewat setelah ditelan. Esofagus ini menghubungkan tenggorokan di atas dengan perut di bawah. Di ujung antara kerongkongan dan lambung ada katup seperti cincin yang disebut sfingter. Sfingter ini yang menutup saluran antara kedua organ disebut sfingter esophageal. usus kecil dan usus besar (ileocecal sphincter).

### 3. Lambung

Lambung adalah organ seperti kantung yang mengeluarkan cairan pencernaan lambung. Lingkungan yang sangat asam pada lambung membunuh banyak mikroorganisme dalam makanan. Lambung dan duodenum disekat oleh sfingter pilous.

### 4. Usus halus

Usus halus adalah organ seperti tabung yang memiliki panjang lebih dari 6 meter. Usus halus dibagi menjadi 3 bagian yaitu duodenum, jejunum, dan ileum. Permukaan usus halus berlipat – lipat dan memiliki tonjolan seperti jari yang disebut vili. Pada permukaan atas setiap vili juga memiliki tonjolan yang disebut mikrovili. Sel-sel epitel struktur ini menyerap nutrisi dari makanan yang dicerna dan melepaskannya ke aliran darah di sisi lain.

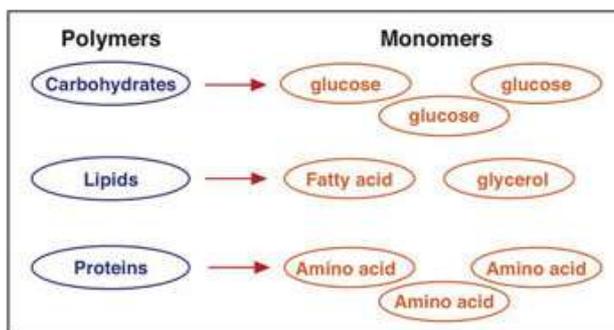
5. Usus besar  
Usus besar memiliki 3 bagian yaitu sekum, usus besar, dan rektum. Usus besar memiliki 4 wilayah yaitu kolon asendens, kolon transversum, kolon desendens dan kolon sigmoid. Usus besar sebagai tempat penampungan akhir sisa zat gizi yang tidak terserap oleh tubuh. Pada usus besar akan terjadi proses penyerapan air dan mineral dan pembuatan kotoran atau tinja yang tersimpan di rektum dan siap dikeluarkan melalui anus.
6. Hati  
Hati sebagai organ pencernaan memiliki peran memecah lemak, menyaring zat racun dan obat – obatan serta membantu pembentukan simpanan glukosa sebagai cadangan energi.
7. Pankreas  
Pankreas adalah salah satu kelenjar terbesar di tubuh manusia. Selain cairan pencernaan, ia mengeluarkan hormon yang disebut insulin. Insulin membantu mengatur jumlah gula dalam darah.
8. Anus  
Ujung usus besar (rektum) akan bermuara di anus. Anus merupakan jalan untuk pembuangan limbah pencernaan yang tidak terpakai oleh tubuh. Limbah ini dikenal sebagai tinja (feses) yang berisi padatan serat tak tercerna beserta gas-gas yang berbau.

### 7.2.2 Enzim pencernaan

Enzim merupakan senyawa yang dapat membantu mempercepat reaksi kimia dalam tubuh. Enzim berguna pada proses pencernaan guna membantu proses kimiawi memecah zat makro (karbohidrat, protein, lemak) menjadi komponen sederhana untuk siap diabsorpsi (Varner, 2006). Mulut akan menghasilkan saliva yang berisi air dan juga enzim pencernaan sebagai proses kimiawi pertama yang terjadi dalam proses pencernaan. Enzim pencernaan juga akan ditemui di lambung dan usus. Adapun enzim yang membantu proses pencernaan dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 7.1 :** Enzim dalam proses pencernaan zat gizi makro (Sherwood, 2015)

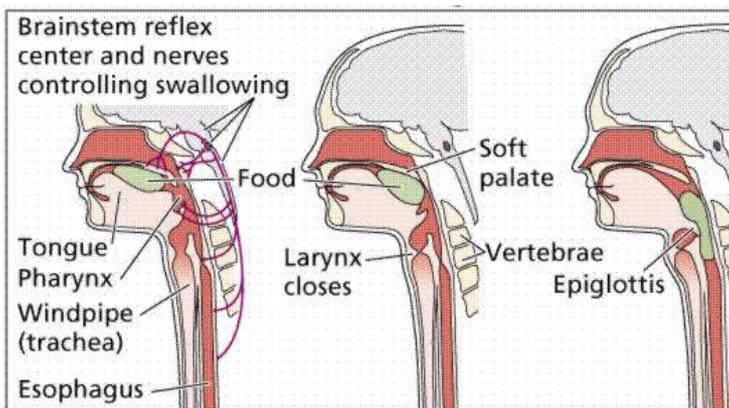
Zat gizi	Enzim	Sumber enzim	Kerja enzim
Karbohidrat	Amilase	Kelenjar liur	menghidrolisis polisakarida menjadi disakarida dan dekstrin $\alpha$ -limit
	Disakaridase (maltase, sukrase, isomaltase, laktase)	Pankrease Sel epitel usus halus	menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida
Protein	Pepsin	Lambung	Menghidrolisis protein menjadi peptida
	Tripsin, kimotripsin, karboksipeptidase aminopeptidase	Pankrease Sel epitel usus halus	Memutus fragmen – fragmen peptida yang berbeda  Menghidrolisis peptida menjadi asam amino
Lemak	Lipase	pankrease	Menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak dan monogliserida

**Gambar 7.2 :** Proses Pencernaan dalam mengubah makanan menjadi partikel yang lebih kecil (Matter, Basics and Powerhouse, 2021)

## 7.3 Proses pencernaan makanan

Selama proses pencernaan terjadi empat proses dasar yaitu motilitas, sekresi, digesti, dan absorpsi (Sherwood, 2015). Makanan yang dimakan akan mudah terurai dengan proses mekanik dan proses kimiawi. Proses mekanik akan terjadi penghancuran makanan menjadi bagian lebih kecil. Pada proses ini gigi memainkan peran penting dalam proses mengunyah. Makanan juga akan dicampur dan dipindahkan ke saluran pencernaan. Proses ini juga disebut sebagai motilitas. Proses pencernaan akan dibantu oleh otot dalam menggerakkan makanan untuk melalui saluran pencernaan. Makanan yang dicerna sebagian didorong oleh tindakan seperti gelombang yang disebut peristaltik, gerakan segmentasi yaitu gerakan meremas makanan dan kontraksi spinger

Makanan dalam bentuk utuh akan terurai dengan adanya sekresi endokrin dan eksokrin dari saluran pencernaan. Proses sekresi dalam saluran pencernaan sebagai tanda dimulainya Proses kimiawi yaitu proses mencerna makanan menggunakan air, asam bikarbonat, dan enzim – enzim pencernaan. Tiga zat gizi makro yang dibutuhkan manusia yaitu karbohidrat, protein, dan lemak. Ketiganya membutuhkan tranformasi bentuk melalui proses hidrolisis untuk menjadi monosakarida, asam amino dan asam lemak sehingga kemudian bisa diserap dan digunakan dalam tubuh (Murray, 2009).



**Gambar 7.3 :** Proses menelan (Farabee, 2007)

### **Proses pencernaan dari mulut ke lambung**

Proses pencernaan berawal di mulut. Makanan yang masuk ke dalam mulut akan digiling oleh gigi dari makanan utuh menjadi potongan kecil. Pada tahap inilah proses mekanik terjadi. Di dalam mulut, Saliva akan membasahi makanan sehingga lebih mudah dilumatkan dan ditelan. Ketika bercampur dengan saliva, proses kimiawi akan berlangsung, di mana enzim amilase yang ada di saliva akan memecah karbohidrat kompleks pada makanan menjadi karbohidrat sederhana. Makanan yang sudah melalui proses mekanik dan kimiawi dalam mulut akan menjadi makanan lumat yang disebut bolus. Bolus akan mulai masuk kekerongongan melalui gerakan peristaltik.

Bolus melewati kerongkongan menuju lambung, di antara kerongkongan dan lambung terdapat sfingter yang akan terbuka tertutup. Ketika ada gerakan menelan bolus maka sfingter akan terbuka sehingga bolus bisa memasuki lambung namun apabila tidak ad refleks menelan makan sfingter akan tertutup untuk mencegah isi lambung naik ke kerongkongan.

Setelah sampai di lambung bolus kembali akan diproses secara kimiawi. Suasana di lambung sangat asam karena pH lambung antara 1,5 - 2,5. Kondisi asam ini membunuh mikroorganisme, memecah jaringan makanan, dan mengaktifkan enzim pencernaan. Proses pencernaan protein sebgain besar terjadi di lambung dengan bantuan enzim pepsin. Bolus kemudian diperas menjadi bentuk cairan yang disebut kimus dan masuk ke dalam duodenum melalui sfingter.

### **Proses pencernaan dari usus halus ke anus**

Kimus yang masuk ke dalam duodenum (segmen pertama dari usus halus) akan melanjutkan proses kimiawi kembali. Tiga organ aksesori yaitu hati, pankreas, dan kantong empedu dirangsang untuk melepaskan cairan yang membantu pencernaan. Usus halus merupakan organ tempat terjadinya proses kimiawi pencernaan yang lebih kompleks. Pencernaan protein, lemak, dan karbohidrat akan diselesaikan disini.

Pankreas mengeluarkan cairan pankreas melalui saluran ke duodenum yang terdiri dari air, ion bikarbonat yang berfungsi untuk menetralkan keasaman kimus yang berasal dari lambung dan enzim yang selanjutnya memecah protein, karbohidrat, dan lemak. Kantung empedu mengeluarkan sejumlah empedu untuk membantu mencerna lemak. Empedu dibuat di hati dan disimpan di kantong empedu

Pada tahap ini zat gizi protein, karbohidrat, dan lemak, sudah berubah menjadi kimus yang terdiri dari asam amino, monosakarida, dan asam lemak emulsi. Kimus tersebut selanjutnya akan masuk ke jejunum dan ileum untuk dilakukan penyerapan zat gizi.

Tidak semua makanan bisa serap dan dicerna dalam duodenum. Bagian yang bisa dicerna berupa zat gizi yang sudah dalam bentuk sederhana yang akan diserap oleh vili dan mikrovili menuju aliran darah untuk dilanjutkan pada proses metabolisme zat gizi. Sedangkan bagian yang tidak tercerna akan masuk dalam usus besar dari ileum melalui gerakan peristaltik. Molekul yang lebih kecil diserap ke dalam aliran darah melalui sel-sel epitel yang melapisi dinding usus kecil. Bahan limbah berjalan ke usus besar di mana air diserap dan bahan limbah yang lebih kering dipadatkan menjadi tinja untuk disimpan sampai dikeluarkan melalui anus. Usus besar juga berfungsi melakukan fermentasi serat makanan untuk menghasilkan asam lemak rantai pendek yang dapat diserap kembali sebagai zat gizi tambahan.

### 7.3.1 Penyerapan dan metabolisme zat gizi

Zat gizi yang sudah tercerna dan menjadi molekul kecil akan melewati sel-sel absorptif usus untuk diabsorpsi. Ada tiga cara penyerapan zat gizi yaitu secara difusi sederhana (air dan sedikit lemak), difusi terfasilitasi (vitamin larut air), dan transport aktif (glukosa, asam amino).

Zat gizi yang diserap melalui jonjot usus akan diserap ke aliran darah melalui dua sistem yaitu :

- a. Sistem pembuluh darah : nutrisi yang larut dalam air (monosakarida, asam amino, vitamin larut dalam air, mineral, air) masuk ke darah melalui vena portal untuk diangkut ke hati
- b. Sistem getah bening : nutrisi yang larut dalam lemak (lipid, vitamin yang larut dalam lemak) masuk ke sini, akhirnya memasuki darah dekat jantung

Sedangkan untuk lemak karena tidak larut dalam air, maka harus dikemas untuk diangkut sebagai lipoprotein (trigliserida, fosfolipid, protein, kolesterol).

Makanan yang masuk dalam saluran pencernaan akan mulai mengalami metabolisme. Metabolisme adalah serangkaian proses kimia yang terjadi di dalam tubuh dengan tujuan menghasilkan energi.

Berdasarkan Murray (2009), Metabolisme dalam tubuh akan terjadi melalui jalur metabolisme, yaitu:

1. Jalur Katabolisme yaitu jalur reaksi yang memecah molekul kompleks menjadi sederhana yang melibatkan reaksi oksidatif misalnya pemecahan karbohidrat menjadi disakarida dan monosakarida.
2. Jalur Anabolisme yaitu jalur reaksi yang membangun molekul sederhana menjadi kompleks misalnya sintesis protein dari asam amino, sintesis cadangan glikogen dan glikogen
3. Jalur amfibolik : berlangsung di persimpangan metabolisme sebagai penghubung antara jalur katabolisme dan anabolisme contohnya siklus asam sitrat

Pada saat makanan masuk dalam mulut, makanan sudah mulai melalui tahapan katabolisme. Adapun tahapan katabolisme makanan dalam tubuh yaitu tahap pertama proses mencerna dan hidrolisis makanan dengan memecah molekul besar menjadi kecil agar dapat masuk ke aliran darah, tahap kedua terjadinya degradasi atau pemecahan molekul menjadi komponen 2 atau 3 karbon dan tahap terakhir adalah oksidasi dari molekul kecil pada siklus kreb dan rantai transport elektron sehingga dapat menyediakan energi dalam bentuk ATP.

### 7.3.2 Masalah pencernaan dan metabolisme

Pada dasarnya sistem pencernaan organ pencernaan sudah di rancang sedemikian rupa untuk menjalankan tugasnya. Gangguan pencernaan yang umum termasuk diare, sembelit, gangguan pencernaan, penyakit refluks gastroesofageal, sindrom iritasi usus besar dan penyakit divertikular (Varner, 2006).

Selain gangguan pencernaan saat ini masyarakat juga banyak yang mengalami gangguan metabolisme. Gangguan metabolisme dapat terjadi pada ketidaknormalan tubuh dalam melakukan metabolisme zat gizi. Gangguan metabolisme karbohidrat dapat menyebabkan penyakit diabetes melitus, galaktosemia dan Sindrom McArdle. Gangguan metabolisme protein dapat menyebabkan fenilketonuria, Ataksia Friedreich, dan gangguan pada metabolisme lemak antara lain penyakit gaucher, Tay-sach, xantoma.

Pada metabolisme normal, tubuh akan mudah beradaptasi pada setiap kondisi seperti kelaparan, peningkatan maupun penurunan aktivitas fisik, perubahan kondisi fisiologis seperti hamil, menyusui, namun pada kondisi kelainan

metabolik hal tersebut sulit terjadi. Kelainan metabolik dapat disebabkan oleh faktor defisiensi gizi, defisiensi enzim, sekresi hormon abnormal, maupun dampak obat dan toksin (Murray, 2009)

Zat gizi makro dibutuhkan sebagai bahan bakar metabolik. Salah satu tantangan manusia adalah menjaga keseimbangan antara asupan makanan, penyimpanan, dan pengeluaran energi. Asupan makan yang berlebih akan menyebabkan obesitas. Pada masa ini banyak orang hidup dengan aktivitas yang rendah namun asupan energi yang dikonsumsi lebih banyak. Penurunan aktivitas fisik akan berakibat menurunnya pengeluaran energi. Hal ini memacu keseimbangan energi positif dan peningkatan simpanan lemak tubuh dalam bentuk trigliserida di dalam jaringan adiposa. Penurunan pengeluaran energi berpotensi menyebabkan terjadinya obesitas (Pramono and Sulchan, 2014). Namun di sisi lain kekurangan asupan makan akan menyebabkan kondisi kurang gizi yang dapat berupa marasmus maupun kwasiorkor.

# Bab 8

## Kecukupan dan Kebutuhan Gizi

### 8.1 Pendahuluan

Undang – undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan menyatakan bahwa gizi adalah senyawa yang terdapat dalam pangan, yang terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral, serat, air dan komponen lain yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan kesehatan manusia. Untuk mendapatkan kesehatan yang optimal terdapat prinsip gizi seimbang yang terdiri dari 4 (empat) pilar yaitu : 1) Mengonsumsi makanan beraneka ragam dengan proporsi makanan yang seimbang dalam jumlah yang cukup, tidak berlebihan dan dilakukan secara teratur, 2) Membiasakan perilaku hidup bersih dan sehat agar terhindar dari paparan sumber infeksi dan penyakit, 3) Melakukan pola hidup aktif dan olahraga, yang merupakan salah satu upaya untuk menyeimbangkan antara pengeluaran dan pemasukan zat gizi, 4) Mempertahankan dan memantau berat badan normal dan mendapatkan keseimbangan zat gizi di dalam tubuh. Tubuh kita membutuhkan jumlah zat gizi yang berbeda – beda bagi setiap orang, perbedaan tersebut ditentukan oleh aktivitas fisik, penyakit yang dimiliki, obat-obatan yang dikonsumsi dan kondisi fisik khusus seperti kehamilan serta menyusui.

Upaya perbaikan gizi sangat erat kaitannya dengan pemenuhan kualitas dan kuantitas konsumsi pangan masyarakat. Acuan untuk merencanakan dan menilai pemenuhan konsumsi gizi seseorang disebut kebutuhan gizi, sedangkan

acuan untuk merencanakan dan menilai konsumsi pangan kelompok orang atau masyarakat di suatu daerah atau wilayah disebut kecukupan gizi.

## 8.2 Angka Kecukupan Gizi

Angka Kecukupan Gizi atau yang biasa disebut AKG adalah 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 tertulis dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia. Berikut adalah Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, Karbohidrat, Serat, dan Air yang Dianjurkan (Per Orang Per Hari)

**Tabel 8.1:** Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, Karbohidrat, Serat, dan Air yang Dianjurkan (Per Orang Per Hari)

Kelompok Umur	Berat Badan (Kg)	Tinggi Badan (cm)	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak			Karbohidrat (g)	Serat (g)	Air (ml)
					Total	Omega 3	Omega 6			
Bayi/Anak										
0-5 bulan	6	60	550	9	31	0.5	4.4	59	0	700
6-11 bulan	9	72	800	15	35	0.5	4.4	105	11	900
1 – 3 tahun	13	92	1350	20	45	0.7	7	215	19	1150
4 – 6 tahun	19	113	1400	25	50	0.9	10	220	20	1450
7 – 9 tahun	27	130	1650	40	55	0.9	10	250	23	1650
Laki – laki										
10 – 12 tahun	36	145	2000	50	65	1.2	12	300	28	1850

13 – 15 tahun	50	163	2400	70	80	1.6	16	350	34	2100
16 – 18 tahun	60	168	2650	75	85	1.6	16	400	37	2300
19 – 29 tahun	60	168	2650	65	75	1.6	17	430	37	2500
30 – 49 tahun	60	166	2550	65	70	1.6	17	415	36	2500
50 – 64 tahun	60	166	2150	65	60	1.6	14	340	30	2500
65 – 80 tahun	58	164	1800	64	50	1.6	14	275	25	1800
80 + tahun	58	164	1600	64	45	1.6	14	235	22	1600
Perempuan										
10 – 12 tahun	38	147	1900	55	65	1.0	10	280	27	1850
13 – 15 tahun	48	156	2050	65	70	1.1	11	300	29	2100
16 – 18 tahun	52	159	2100	65	70	1.1	11	300	29	2150
19 – 29 tahun	55	159	2250	60	65	1.1	12	360	32	2350
30 – 49 tahun	56	158	2150	60	60	1.1	12	340	30	2350
50 – 64 tahun	56	158	1800	60	50	1.1	11	280	25	2350
65 – 80 tahun	53	157	1550	58	45	1.1	11	230	22	1550
80+ tahun	53	157	1400	58	40	1.1	11	200	20	1400
Hamil (+an)										
Trimester 1			+180	+1	+2.3	+0.3	+2	+25	+3	+300
Trimester 2			+300	+10	+2.3	+0.3	+2	+40	+4	+300
Trimester 3			+300	+30	+2.3	+0.3	+2	+40	+4	+300

Menyusui (+an)										
6 bln pertama			+330	+20	+2.2	+0.2	+2	+45	+5	+800
6 bln kedua			+400	+15	+2.2	+0.2	+2	+55	+6	+650

1. Pemenuhan kebutuhan gizi bayi 0-5 bulan bersumber dari pemberian ASI Eksklusif
2. Energi untuk aktivitas fisik dihitung menggunakan faktor aktivitas fisik untuk masing-masing kelompok umur yaitu 1.1 bagi anak hingga umur 1 tahun, 1.14 bagi anak 1-3 tahun, dan 1.26 bagi anak dan dewasa 4-64 tahun, serta 1,12 bagi usia lanjut

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019

Untuk menentukan Angka Kecukupan Gizi, Anda dapat menggunakan tabel di atas. Contoh :

- 1) Rata – rata seorang laki – laki berusia 30 – 49 tahun harus memenuhi 2550 kkal dari 65 gram protein, 70 gram lemak dan 415 gram karbohidrat untuk kebutuhan energinya dalam sehari.
- 2) Seorang perempuan berusia 19 – 29 tahun dan sedang hamil trimester 1, maka rata – rata kebutuhan energi yang harus dipenuhi dalam sehari adalah  $2250 + 180 = 2430$  kkal.

**Tabel 8.2:** Angka Kecukupan Vitamin yang Dianjurkan (per orang per hari)

Kelompok Umur	Vit A (RE)	Vit D (mcg)	Vit E (mcg)	Vit K (mcg)	Vit B1 (mg)	Vit B2 (mg)	Vit B3 (mg)	Vit B5 (Pantotemat) (mg)	Vit B6 (mg)	Folat (mcg)	Vit B12 (mcg)	Biotin (mcg)	Kolin (mg)	Vit C (mg)
<b>Bayi/Anak</b>														
0 – 5 bulan <sup>1</sup>	375	10	4	5	0.2	0.3	2	1.7	0.1	80	0.4	5	125	40
6 – 11 bulan	400	10	5	10	0.3	0.4	4	1.8	0.3	80	1.5	6	150	50
1 – 3 tahun	400	15	6	15	0.5	0.5	6	2.0	0.5	160	1.5	8	200	40
4 – 6 tahun	450	15	7	20	0.6	0.6	8	3.0	0.6	200	1.5	12	250	45
7 – 9 tahun	500	15	8	25	0.9	0.9	10	4.0	1.0	300	2.0	12	375	45
<b>Laki-laki</b>														
10 – 12 tahun	600	15	11	35	1.1	1.3	12	5.0	1.3	400	3.5	20	375	50
13 – 15 tahun	600	15	15	55	1.2	1.3	16	5.0	1.3	400	4.0	25	550	75
16 – 18 tahun	700	15	15	55	1.2	1.3	16	5.0	1.3	400	4.0	30	550	90
19 – 29 tahun	650	15	15	65	1.2	1.3	16	5.0	1.3	400	4.0	30	550	90
30 – 49 tahun	650	15	15	65	1.2	1.3	16	5.0	1.3	400	4.0	30	550	90
50 – 64 tahun	650	15	15	65	1.2	1.3	16	5.0	1.7	400	4.0	30	550	90
65 – 80 tahun	650	20	15	65	1.2	1.3	16	5.0	1.7	400	4.0	30	550	90
80+ tahun	650	20	15	65	1.2	1.3	16	5.0	1.7	400	4.0	30	550	90
<b>Perempuan</b>														
10 – 12 tahun	600	15	15	35	1.0	1.0	12	5.0	1.2	400	3.5	20	375	50
13 – 15 tahun	600	15	15	55	1.1	1.0	14	5.0	1.2	400	4.0	25	400	65
16 – 18 tahun	600	15	15	55	1.1	1.0	14	5.0	1.2	400	4.0	30	425	75
19 – 29 tahun	600	15	15	55	1.1	1.1	14	5.0	1.3	400	4.0	30	425	75
30 – 49 tahun	600	15	15	55	1.1	1.1	14	5.0	1.3	400	4.0	30	425	75
50 – 64 tahun	600	15	15	55	1.1	1.1	14	5.0	1.5	400	4.0	30	425	75
65 – 80 tahun	600	20	20	55	1.1	1.1	14	5.0	1.5	400	4.0	30	425	75
80+ tahun	600	20	20	55	1.1	1.1	14	5.0	1.5	400	4.0	30	425	75
<b>Hamil (+an)</b>														
Trimester 1	+300	+0	+0	+0	+0.3	+0.3	+4	+1	+0.6	+200	+0.5	+0	+25	+10
Trimester 2	+300	+0	+0	+0	+0.3	+0.3	+4	+1	+0.6	+200	+0.5	+0	+25	+10
Trimester 3	+300	+0	+0	+0	+0.3	+0.3	+4	+1	+0.6	+200	+0.5	+0	+25	+10
<b>Menyusui (+an)</b>														
6 bln pertama	+350	+0	+4	+0	+0.4	+0.5	+3	+2	+0.6	+100	+1.0	+5	+125	+45
6 bln kedua	+350	+0	+4	+0	+0.4	+0.5	+3	+2	+0.6	+100	+1.0	+5	+125	+45

1 Pemenuhan kebutuhan gizi bayi 0-5 bulan bersumber dari pemberian ASI Eksklusif

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019

**Tabel 8.3:** Angka Kecukupan Mineral yang dianjurkan (per orang per hari)

Kelompok umur	Kalsium (mg)	Fosfor (mg)	Magnesium (mg)	Besi <sup>2</sup> (mg)	Iodium (mcg)	Seng <sup>3</sup> (mg)	Selenium (mcg)	Mangan (mg)	Fluor (mg)	Kromium (mcg)	Kalium (mg)	Natrium (mg)	Klor (mg)	Tembaga (mcg)
<b>Bayi /Anak</b>														
0 - 5 bulan <sup>1</sup>	200	100	30	0.3	90	1.1	7	0.003	0.01	0.2	400	120	180	200
6 - 11 bulan	270	275	55	11	120	3	10	0.7	0.5	6	700	370	570	220
1 - 3 tahun	650	460	65	7	90	3	18	1.2	0.7	14	2600	800	1200	340
4 - 6 tahun	1000	500	95	10	120	5	21	1.5	1.0	16	2700	900	1300	440
7 - 9 tahun	1000	500	135	10	120	5	22	1.7	1.4	21	3200	1000	1500	570
<b>Laki-laki</b>														
10 - 12 tahun	1200	1250	160	8	120	8	22	1.9	1.8	28	3900	1300	1900	700
13 - 15 tahun	1200	1250	215	11	150	11	30	2.2	2.5	36	4800	1500	2300	795
16 - 18 tahun	1200	1250	270	11	150	11	36	2.3	4.0	41	5300	1700	2500	890
19 - 29 tahun	1000	700	360	9	150	11	30	2.3	4.0	36	4700	1500	2250	900
30 - 49 tahun	1000	700	360	9	150	11	30	2.3	4.0	34	4700	1500	2250	900
50 - 64 tahun	1200	700	360	9	150	11	30	2.3	4.0	29	4700	1300	2100	900
65 - 80 tahun	1200	700	350	9	150	11	29	2.3	4.0	24	4700	1100	1900	900
80+ tahun	1200	700	350	9	150	11	29	2.3	4.0	21	4700	1000	1600	900
<b>Perempuan</b>														
10 - 12 tahun	1200	1250	170	8	120	8	19	1.6	1.9	26	4400	1400	2100	700
13 - 15 tahun	1200	1250	220	15	150	9	24	1.6	2.4	27	4800	1500	2300	795
16 - 18 tahun	1200	1250	230	15	150	9	26	1.8	3.0	29	5000	1600	2400	890
19 - 29 tahun	1000	700	330	18	150	8	24	1.8	3.0	30	4700	1500	2250	900
30 - 49 tahun	1000	700	340	18	150	8	25	1.8	3.0	29	4700	1500	2250	900
50 - 64 tahun	1200	700	340	9	150	8	25	1.8	3.0	24	4700	1400	2100	900
65 - 80 tahun	1200	700	320	9	150	8	24	1.8	3.0	21	4700	1200	1900	900
80+ tahun	1200	700	320	9	150	8	24	1.8	3.0	19	4700	1000	1600	900
<b>Hamil (+an)</b>														
Trimester 1	+200	+0	+0	+0	+70	+2	+5	+0.2	+0	+5	+0	+0	+0	+100
Trimester 2	+200	+0	+0	+9	+70	+4	+5	+0.2	+0	+5	+0	+0	+0	+100
Trimester 3	+200	+0	+0	+9	+70	+4	+5	+0.2	+0	+5	+0	+0	+0	+100
<b>Menyusui (+an)</b>														
6 bulan pertama	+200	+0	+0	+0	+140	+5	+10	+0.8	+0	+20	+400	+0	+0	+400
6 bulan kedua	+200	+0	+0	+0	+140	+5	+10	+0.8	+0	+20	+400	+0	+0	+400

1. Pemenuhan kebutuhan gizi bayi 0-5 bulan bersumber dari pemberian ASI Eksklusif
2. Diasumsikan 75% besi adalah dari sumber besi heme. Buah, sayuran, dan makanan yang difortifikasi besi adalah sumber besi non-heme, daging dan unggas adalah sumber besi heme;
3. Diasumsikan sumber seng berasal dari sumber dengan bioavailability tinggi dan sedang (IOM, 2001 dan 2006)

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019

## 8.3 Kebutuhan Gizi

Angka kebutuhan gizi adalah jumlah zat minimal yang diperlukan seseorang atau individu agar dapat hidup sehat, yang digunakan untuk mempertahankan hidup, menunjang pertumbuhan, melakukan aktivitas fisik, pemeliharaan tubuh, metabolisme basal, pernafasan serta pencernaan dan ekskresi. Angka kebutuhan gizi dipengaruhi oleh variasi kebutuhan tinggi atau rendahnya aktivitas dan faktor yang lainnya

Kebutuhan gizi laki – laki dan perempuan berbeda, begitu pula dengan bayi, anak – anak dan orang dewasa juga mempunyai kebutuhan yang berbeda pula. Orang dengan aktivitas banyak akan mempunyai kebutuhan gizi yang lebih besar dibandingkan seseorang dengan aktivitas sedikit.

Kebutuhan energi total pada orang dewasa diperlukan untuk : 1) Angka Metabolisme Basal (AMB) , 2) Aktivitas fisik, 3) Efek makananan atau pengaruh dinamik khusus (Specific Dynamic Action/ SDA)

### 8.3.1 Metabolisme Basal

Kebutuhan energi terbesar pada umumnya diperlukan untuk metabolisme dasar. Kebutuhan energi basal atau AMB ditentukan oleh umur, ukuran dan komposisi tubuh. Perbedaan pada umur akan menyebabkan AMBnya juga akan berbeda, begitu pula dengan berat badan dan tinggi badan.

Nilai AMB setiap individu berbebeda-beda dipengaruhi oleh:

- Ukuran tubuh
- Komposisi tubuh
- Umur
- Lama tidur
- Suhu tubuh
- Sekresi kelenjar endokrin
- Kehamilan
- Status Gizi
- Suhu lingkungan

Terdapat beberapa rumus untuk estimasi kebutuhan AMB, di antaranya adalah:

#### 1. Harris – Benedict

Laki – laki :  $(13,8 \times BB) + (5,0 \times TB) - (6,8 \times U) + 66,5$

Wanita :  $(9,6 \times BB) + (1,9 \times TB) - (4,7 \times U) + 655,1$

#### 2. Mifflin

Laki – laki :  $(10 \times BB) + (6,25 \times TB) - (5 \times U) + 5$

Wanita :  $(10 \times BB) + (6,25 \times TB) - (5 \times U) - 161$

Keterangan : BB = Berat Badan, TB = Tinggi Badan, U = Umur

Sumber : Nelms et al, 2011

### 8.3.2 Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik memerlukan energi di luar kebutuhan untuk metabolisme basal. Aktivitas fisik adalah gerakan yang dilakukan oleh otot tubuh dan sistem penunjangnya. Banyaknya energi yang dibutuhkan bergantung pada berapa banyaknya otot yang bergerak, berapa lama dan berapa berat pekerjaan yang dilakukan.

Hampir tidak pernah aktivitas fisik : kalikan 1,2

Jarang aktivitas fisik : kalikan 1,3

Sering aktivitas fisik atau beraktivitas fisik berat : kalikan 1,4

### 8.3.3 Efek makananan atau pengaruh dinamik khusus (Specific Dynamic Action/ SDA)

Pengaruh termis makanan atau kegiatan dinamik khusus adalah energi tambahan yang diperlukan tubuh untuk pencernaan makanan, absorpsi dan metabolisme zat – zat gizi yang menghasilkan energi. SDA bergantung pada jumlah energi yang dikonsumsi, yaitu kurang lebih 10% kebutuhan energi untuk metabolisme basal dan untuk aktivitas fisik. Namun, pengaruh SDA ini dapat diabaikan.

### 8.3.4 Kebutuhan Energi Harian

Rumus menghitung kebutuhan energi harian adalah :

Energi (kkal) :  $AMB \times Fa$  (Untuk kondisi normal)

Sumber : Nelms et al, 2011

Contoh Menghitung Kebutuhan Energi :

Seorang Wanita berusia 26 tahun mempunyai berat badan 60 kg dan tinggi badan 160 cm dengan kegiatan yang jarang melakukan aktivitas fisik, maka perhitungan kebutuhan energinya dapat dilakukan dengan langkah berikut :

1. Menghitung AMB dengan Rumus Harris Benedict atau rumus lainnya

$$\begin{aligned} & (9,6 \times BB) + (1,9 \times TB) - (4,7 \times U) + 655,1 \\ & (9,6 \times 60) + (1,9 \times 160) - (4,7 \times 26) + 655,1 \\ & 576 + 304 - 122,2 + 655,1 \\ & = 1412,9 \end{aligned}$$

2. Menghitung factor aktivitas

$$1412,9 \times 1,3 = 1836,7$$

Maka kebutuhan energinya adalah 1837 kkal dalam sehari

### 8.3.5 Kebutuhan Zat Gizi Makro

Setelah mengetahui seberapa besar kebutuhan kalori harian, maka langkah selanjutnya adalah menghitung kebutuhan gizi makro dan mikro.

Jenis zat gizi makro yang perlu dihitung kebutuhannya yaitu karbohidrat, protein, dan lemak. Setiap zat gizi makro mempunyai persentase tertentu dari total kebutuhan kalori.

Kebutuhan protein adalah sebesar 10 – 15% dari kebutuhan kalori total. Setelah menemukan besarnya kalori untuk protein, ubahlah ke dalam gram. Protein sebanyak 1 gram setara dengan 4 kalori.

Kebutuhan lemak adalah sebesar 10 – 25% dari kebutuhan kalori total. Lemak sebanyak 1 gram setara dengan 9 kalori.

Kebutuhan karbohidrat adalah sebesar 60 – 75% dari kebutuhan kalori total. Karbohidrat sebanyak 1 gram setara dengan 4 kalori.

Contohnya, kebutuhan kalori yaitu 2.000 kalori. Dengan demikian, kebutuhan zat gizi makronya adalah sebagai berikut.

Kebutuhan protein :

$$15\% \times 2.000 \text{ kalori} = 300 \text{ kalori.}$$

Ubah menjadi gram dengan cara membagi 300 dengan 4.

Maka anda membutuhkan 75 gram protein.

Kebutuhan lemak :

$$20\% \times 2.000 \text{ kalori} = 400 \text{ kalori.}$$

Ubah menjadi gram dengan cara membagi 400 dengan 9.

Maka anda membutuhkan 44 gram lemak.

Kebutuhan karbohidrat:

$$65\% \times 2.000 \text{ kalori} = 1300 \text{ kalori.}$$

Ubah menjadi gram dengan cara membagi 1.300 dengan 4.

Maka anda membutuhkan 325 gram karbohidrat.

Maka, seseorang yang kebutuhan energinya sebesar 2000 kkal maka kebutuhan karbohidratnya dalam satu hari adalah 75 gram protein, 44 gram lemak dan 325 gram karbohidrat.

### 8.3.6 Kebutuhan Zat Gizi Mikro

Zat gizi mikro yaitu zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah yang sedikit. Kelompok ini terdiri dari berbagai macam vitamin dan mineral. Kebutuhan zat gizi mikro tidak bisa diperkirakan atau diperhitungkan dengan rumus kebutuhan gizi makro, namun cukup dilihat berdasarkan angka kecukupannya saja karena jumlah zat gizi mikro sangat kecil, jenisnya banyak, dan biasanya kebutuhannya relatif sama untuk setiap kelompok umur.

Kecukupan zat gizi mikro dapat dilihat pada tabel Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang disarankan untuk masyarakat Indonesia menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2019.



# Bab 9

## Perhitungan Perencanaan Konsumsi

### 9.1 Pendahuluan

Upaya perbaikan gizi sangat erat kaitannya dengan pemenuhan kualitas dan kuantitas konsumsi pangan masyarakat. Acuan untuk merencanakan dan menilai pemenuhan konsumsi gizi seseorang disebut kebutuhan gizi (nutrient requirement), sedangkan acuan untuk merencanakan dan menilai konsumsi pangan kelompok orang atau masyarakat di suatu daerah/wilayah disebut kecukupan gizi (nutrient allowances atau Recommended Dietary Allowances/RDA). Di Indonesia, recommended dietary allowances disebut juga dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG). AKG pertama kali ditetapkan pada tahun 1968, selanjutnya diperbaharui melalui Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG). AKG yang pertama terdiri dari energi, protein, 5 vitamin dan 2 mineral. AKG tahun 2018 mencakup energi, semua zat gizi makro (protein, lemak dan karbohidrat serta air), 14 vitamin, dan 14 mineral termasuk elektrolit.

Sejak ditetapkannya AKG dan pembaharuannya secara berkala hingga kini, berbagai kebijakan dan program telah menggunakan AKG, antara lain perencanaan penyediaan pangan, penggunaan AKG untuk penetapan garis kemiskinan, penggunaan AKG untuk penetapan upah minimum, penggunaan

AKG untuk penetapan skor Pola Pangan Harapan (PPH), penggunaan AKG untuk penetapan panduan gizi seimbang, dan penggunaan AKG untuk Penetapan Acuan Label Gizi (ALG).

Konsumsi pangan masyarakat masih belum sesuai dengan pesan gizi seimbang. Hasil penelitian Riskesdas 2010 menyatakan gambaran sebagai berikut. Pertama, masih banyak penduduk yang tidak cukup mengonsumsi sayuran dan buah-buahan. Berdasarkan Riskesdas 2013, 93,5% penduduk usia di atas 10 tahun mengonsumsi sayuran dan buah-buahan masih di bawah anjuran. Kedua, kualitas protein yang dikonsumsi rata-rata perorang perhari masih rendah karena sebagian besar berasal dari protein nabati seperti sereal dan kacang-kacangan. Ketiga, konsumsi makanan dan minuman berkadar gula tinggi, garam tinggi dan lemak tinggi, baik pada masyarakat perkotaan maupun perdesaan, masih cukup tinggi. Keempat, asupan air pada remaja masih rendah. Kelima, cakupan pemberian Air Susu Ibu Eksklusif (ASI Eksklusif) pada bayi 0-6 bulan masih rendah (61,5%).

## 9.2 Daftar Penukar Bahan Makanan (DPBM)

Daftar Penukar Bahan makanan (DPBM) berisi daftar bahan makanan yang dalam satu kelompok dapat saling mengganti satu sama lain, karena mempunyai nilai kandungan zat gizi kurang lebih sama.

- a. Kegunaan DPBM
  - 1) Penggunaan DPBM lebih mudah dan simpel, untuk menghitung kandungan zat gizi yang lebih banyak dari satu bahan makanan seperti Karbohidrat Protein dan lemak.
  - 2) Untuk satu kelompok bahan makanan mempunyai nilai zat gizi yang sama. Contoh: kelompok makanan pokok mengandung 175 kalori. bihin 50 sama dengan 460 gram bubur beras.
- b. Kelemahan DPBM
  - 1) Bahan makanan yang sudah dikenal tidak semuanya terdaftar dalam DPBM
  - 2) Kandungan zat gizi tertentu saja yang tercantum dalam DBMP seperti Energi, Karbohidrat, Protein, dan Lemak, sedangkan Vitamin, Mineral dan air tidak tertera

- 3) Pada DBMP tidak tercantum berat bersih dan ukurannya dapat
- 4) Menggunakan URT yang tidak standar.

Sebelum menggunakan DPBM terlebih dahulu harus dipahami beberapa hal yaitu: alat ukur dan ukuran rumah tangga. Ukuran rumah tangga di singkat URT adalah alat ukur yang sering digunakan pada kegiatan pengolahan makanan dalam rumah tangga dan kemudian disetarakan dengan gram.

**Tabel 9.1:** Alat Ukur dan Ukuran Rumah Tangga (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

<p><b>1/2 sdm minyak goreng, margari ne = 5 gram</b>  <b>1 sdm tepung susu = 50 gram</b>  <b>8 sdm gula pasir = 40 gram</b>  <b>8 sdm tepung beras = 50 gram</b>  <b>8 sdm sagu, maizena, hunkwee = 40 gram</b>  <b>10 sdm tepung terigu = 50 gram</b></p>
<p><b>1 sdm = 3sdt = 10 ml</b>  <b>1 gls = 24 sdm = 240 ml</b>  <b>1 ckr = 1 gls = 240 ml</b></p>
<p><b>3/4 gls nasi = 100 gram</b>  <b>1 ptg pepaya (5x15 cm) = 100 gram</b>  <b>1 bh sdg pisang (3x15 cm) = 50 gram</b>  <b>2 ptg sdg tempe (4x6x1 cm) = 50 gram</b>  <b>1 ptg sdg daging (6x5x2 cm) = 50 gram</b>  <b>1 ptg sdg ikan (6x5x2 cm) = 50 gram</b>  <b>1 bj bsr tahu (6x6x6 1/2 cm) = 100 gram</b></p>
<p><b>Arti Singkatan:</b>  <b>bh = buah bsr = besar</b>  <b>bj = biji ptg = potong</b>  <b>btg = batang sdm = sendok makan</b>  <b>btr = butir sdt = sendok teh</b>  <b>bks = bungkus gls = gelas minum</b>  <b>pk = pak ckr = cangkir</b>  <b>kcl = kecil sdg = sedang</b></p>

Masing-masing contoh jenis pangan dari berbagai kelompok pangan adalah sebagai berikut:

Makanan pokok antara lain: Beras, kentang, singkong, ubi jalar, jagung, talas, sagu, sukun. Berikut ini tabel Kelompok Makanan Pokok sebagai Sumber Karbohidrat beserta padanan porsinya: Kandungan zat gizi per porsi nasi kurang lebih seberat 100 gram, yang setara dengan gelas adalah: 175 Kalori, 4 gram Protein dan 40 gram Karbohidrat.

**Tabel 9.2:** Daftar Pangan Sumber Karbohidrat Sebagai Penukar 1 (Satu) Porsi Nasi (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

<b>Nama Pangan</b>	<b>Ukuran Rumah Tangga (URT)</b>	<b>Berat dalam Gram</b>
Bihun	½ Gelas	50
Biskuit	4 Buah Besar	40
Havermut	5 ½ Sendok Besar	45
Jagung Segar	3 Buah Sedang	125
Kentang	2 Buah Sedang	210
Kentang Hitam	12 Biji	125
Maizena	10 Sendok Makan	50
Makaroni	½ Gelas	50
Mie Basah	2 Gelas	200
Mie Kering	1 Gelas	50
Nasi Beras Giling putih	¾ Gelas	100
Nasi Beras Giling Merah	¾ Gelas	100
Nasi Beras Giling Hitam	¾ Gelas	100
Nasi Beras ½ Giling	¾ Gelas	100
Nasi Ketan Putih	3 Iris	70
Roti Putih	3 Iris	70

Roti Warna Coklat	1 ½ Potong	120
Singkong	3 Potong Sedang	150
Sukun	½ Biji Sedang	125
Talas	5 Sendok Makan	100
Tape Beras Ketan	1 Potong Sedang	100
Tape Singkong	8 Sendok Makan	50
Tepung Tapioca	8 Sendok Makan	50
Tepung Beras	10 Sendok Makan	50
Tepung Hunkwe	8 Sendok Makan	50
Tepung Sagu	5 Sendok Makan	50
Tepung Singkong	5 Sendok Makan	50
Tepung Terigu	1 Biji Sedang	135
Ubi Jalar Kuning	3 Biji Sedang	30
Kerupuk Udang/Ikan		

**Tabel 9.3:** Contoh Golongan I Sumber Karbohidrat

**100 gram nasi setara dengan 80 gram roti putih**  
**100 gram nasi setara dengan 50 gram mie kering**  
**200 gram kentang setara dengan 150 gram ubi**  
**Tiga contoh di atas sama-sama mempunyai kandungan/nilai**  
**Energi = 175 kalori, Protein = 4 gram dan K.H = 40 gram**

Lauk pauk sumber protein antara lain: Ikan, telur, unggas, daging, susu dan kacang-kacangan serta hasil olahannya (tahu dan tempe). Berikut ini tabel Kelompok Lauk Pauk Sebagai Sumber Protein Nabati dan Tabel Kelompok Lauk Pauk Sumber Protein Hewani beserta padanan porsinya: Kandungan zat gizi satu (1) porsi Tempe sebanyak 2 potong sedang atau 50 gram adalah 80 Kalori, 6 gram Protein, 3 gram lemak dan 8 gram karbohidrat.

**Tabel 9.4:** Daftar Pangan Sumber Protein Nabati Sebagai Penukar 1 Porsi Tempe (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat dalam Gram
Kacang Hijau	2 ½ Sendok Makan	25
Kacang Kedelai	2 ½ Sendok Makan	25
Kacang Merah	2 ½ Sendok Makan	25
Kacang Mete	1 ½ Sendok Makan	15
Kacang Tanah	2 Sendok Makan	20
Kupas	2 Sendok Makan	20
Kacang Toto	1 Sendok Makan	15
Keju Kacang Tanah	1 Lembar	20
Kembang Tahu	2 Potong Besar	50
Oncom	1 Papan/Biji Besar	20
Petai Segar	2 Potong Sedang	100
Tahu	2 ½ Gelas	185
Sari Kedelai		

1) Kandungan zat gizi satu (1) porsi terdiri dari satu (1) potong sedang Ikan segar seberat 40 gram adalah 50 Kalori, 7 gram Protein dan 2 gram lemak.

**Tabel 9.5:** Daftar Lauk Pauk Sumber Protein Hewani Sebagai Penukar 1 Porsi Ikan Segar (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Bahan makanan	Ukuran RumahTangga (URT)	Berat dalam gram
Daging sapi	1 potong sedang	35
Daging ayam	1 potong sedang	40
Hati Sapi	1 potong sedang	50
Ikan Asin	1 potong kecil	15
Ikan Teri Kering	1 sendok makan	20
Telur Ayam	1 butir	55
Udang Basah	5 ekor sedang	35

**Tabel 9.6:** Daftar Pangan Lain Sumber Protein Hewani Sebagai Penukar 1 Porsi Ikan Segar (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Bahan makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat dalam gram
Susu sapi	1 gelas	200
Susu kerbau	½ gelas	100
Susu kambing	¾ gelas	185
Tepung sari kedele	3 sendok makan	20
Tepung susu <i>whole</i>	4 sendok makan	20
Tepung susu krim	4 sendok makan	20

2) Menurut kandungan Lemak, Kelompok Lauk Pauk dibagi menjadi 3 golongan:

a) Golongan A: Rendah Lemak

**Tabel 9.7:** Daftar Pangan Sumber Protein Hewani Dengan 1 (Satu) Satuan Penukar Yang Mengandung: 7 Gram Protein, 2 Gram Lemak Dan 50 Kalori (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)
Babat	1 potong sedang
Cumi-cumi	1 ekor kecil
Daging asap	1 lembar
Daging ayam	1 potong sedang
Daging kerbau	1 potong sedang
Dendeng sapi	1 potong sedang
Gabus kering	1 ekor kecil
Hati sapi	1 potong sedang
Ikan asin kering	1 potong sedang

Ikan kakap	1/3 ekor besar
Ikan kembung	1/3 ekor sedang
Ikan lele	1/3 ekor sedang
Ikan mas	1/3 ekor sedang
Ikan mujair	1/3 ekor sedang
Ikan peda	1 ekor kecil
Ikan pindang	½ ekor sedang
Ikan segar	1 potong sedang
Ikan teri kering	1 sendok makan
Ikan cakalang asin	1 potong sedang
Kerang	½ gelas
Ikan lemuru	1 potong sedang
Putih telur ayam	2 ½ butir
Rebon kering	2 sendok makan
Rebon basah	2 sendok makan
Selar kering	1 ekor
Sepat kering	1 potong sedang
Teri nasi	1/3 gelas
Udang segar	5 ekor sedang

**Tabel 9.8:** Contoh Golongan III Sumber Protein Nabati

**100 gram tahu = 1 bj besar ~ setara dengan 50 gram tempe = 2 ptg sdg ~**

**25 gram kacang kedelai = 2 1/2 sdm**

**50 gram tempe = 2 ptg sdg setara dengan 20 gram kacang tanah = 2 sdm**

**Tiga contoh di atas sama-sama mempunyai kandungan/nilai Energi = 80 kalori, protein 6 gram dan K.H = 9 gram**

b) Golongan B: Lemak sedang

**Tabel 9.9:** Daftar Pangan Sumber Protein Hewani Dengan 1 (Satu) Satuan Penukar Yang Mengandung: 7 Gram Protein, 5 Gram Lemak Dan 75 Kalori (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat dalam gram
Bakso	10 biji sedang	170
Daging kambing	1 potong sedang	40
Daging sapi	1 potong sedang	35
Ginjal sapi	1 potong besar	45
Hati ayam	1 buah sedang	30
Hati sapi	1 potong sedang	50
Otak	1 potong besar	65
Telur ayam	1 butir	55
Telur bebek asin	1 butir	50
Telur puyuh	5 butir	55
Usus sapi	1 potong besar	50

c) Golongan C: Tinggi Lemak

**Tabel 9.10:** Daftar Pangan Sumber Protein Hewani Dengan 1 (Satu) Satuan Penukar Yang Mengandung: 7 Gram Protein, 13 Gram Lemak Dan 150 Kalori (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Bahan Makanan	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat dalam gram
Bebek	1 potong sedang	45
Belut	3 ekor	45
Kornet daging sapi	3 sendok makan	45
Ayam dengan kulit	1 potong sedang	40
Daging babi	1 potong sedang	50
Ham	1 ½ potong kecil	40
Sardencis	½ potong	35
Sosis	½ potong	50
Kuning telur ayam	4 butir	45
Telur bebek	1 butir	55

c. Sayuran adalah sayuran hijau dan sayuran berwarna lainnya. Berikut ini tabel Kelompok Pangan Sayuran beserta padanan porsinya

1) Golongan A, kandungan kalorinya sangat rendah

**Tabel 9.11:** Golongan A (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Gambas	Jamur kuping	Lobak	Selada air	Oyong
Ketimun	Labu air	Tomat sayur	Daun bawang	Selada

2) Golongan B, kandungan zat gizi per porsi (100 gram) adalah: 25 Kal, 5 gram karbohidrat, dan 1 gram protein. Satu (1) porsi sayuran adalah kurang lebih 1 (satu) gelas sayuran setelah dimasak dan ditiriskan.

**Tabel 9.12:** Golongan B (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Bayam	Kemangi	Daun kecipir	Labu waluh	Pare	Sawi
Kapri muda	Kangkung	Buncis	Daun talas	Kacang panjang	Rebung
Brokoli	Bit	Daun kacang panjang	Pepaya muda	Genjer	Taoge
Kembang kol	Kol	Terong	Labu Siam	Jagung muda	Wortel

3) Golongan C, kandungan zat gizi per porsi (100 gram) adalah : 50 Kal, 10 gram karbohidrat, dan 3 gram protein. Satu (1) porsi sayuran adalah kurang lebih 1 (satu) gelas sayuran setelah dimasak dan ditiriskan.

**Tabel 9.13:** Golongan C (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Bayam merah	Mangkokan	Nangka muda	Daun pepaya
Daun katuk	Kacang kapri	Mlinjo	Taoge kedelai
Daun melinjo	Daun talas	Kluwih	Daun singkong

d. Buah-buahan adalah buah yang berwarna. Berikut tabel Kelompok Buah-buahan beserta padanan porsinya: Kandungan zat gizi per porsi buah (setara dengan 1 buah Pisang Ambon ukuran sedang) atau 50 gram, mengandung 50 Kalori dan 10 gram Karbohidrat.

**Tabel 9.14:** Kelompok Buah-Buahan (Berat tanpa kulit dan biji (berat bersih))  
(Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014)

Nama Buah	Ukuran Rumah Tangga (URT)	Berat gram* <sup>2</sup> dalam
Alpoket	½ buah besar	50
Anggur	20 buah sedang	165
Apel merah	1 buah kecil	85
Apel malang	1 buah sedang	75
Belimbing	1 buah besar	125-140
Blewah	1 potong sedang	70
Duku	10-16 buah sedang	80
Durian	2 biji besar	35
Jambu air	2 buah sedang	100
Jambu biji	1 buah besar	100
Jambu bol	1 buah kecil	90
Jeruk bali	1 potong	105
Jeruk garut	1 buah sedang	115
Jeruk manis	2 buah sedang	100
Jeruk nipis	1 ¼ gelas	135
Kedondong	2 buah sedang/besar	100/120
Kesemek	½ buah	65
Kurma	3 buah	15
Leci	10 buah	75
Mangga	¾ buah besar	90
Markisa	¾ buah sedang	35
Melon	1 potong	90
Nangka masak	3 biji sedang	50
Nenas	¼ buah sedang	85
Pear	½ buah sedang	85
Pepaya	1 potong besar	100-190
Pisang ambon	1 buah sedang	50
Pisang kepok	1 buah	45
Pisang mas	2 buah	40
Pisang raja	2 buah kecil	40
Rambutan	8 buah	75
Sawo	1 buah sedang	50
Salak	2 buah sedang	65
Semangka	2 potong sedang	180
Sirsak	½ gelas	60
Srikaya	2 buah besar	50
Strawberry	4 buah besar	215

Kandungan zat gizi disajikan per 100 g Bagian yang Dapat Dimakan (BDD), yang artinya jika mengonsumsi 100 gram ikan, zat gizi yang dikonsumsi ialah

yang terkandung dalam bagian ikan yang dapat dimakan, biasanya tidak termasuk tulang (duri), sirip, ekor dan kepala. Namun pangan umumnya dikonsumsi dalam ukuran per porsi yang beratnya bervariasi. Untuk mengetahui berat pangan yang dikonsumsi per porsi dapat dilakukan dengan menimbang pangan tersebut.

## 9.3 Menyusun Menu

### a. Menyusun Menu untuk Bayi dan Balita

Menurut Badan Kesehatan Dunia WHO, dengan manajemen laktasi yang baik, produksi ASI dinyatakan cukup sebagai makanan tunggal untuk pertumbuhan bayi yang normal sampai usia enam bulan. Selain itu, pemberian ASI eksklusif hingga enam bulan ini dapat melindungi bayi dari risiko terkena infeksi saluran pencernaan. Setelah bayi berumur 6 bulan perlu ditambahkan makanan pendamping sebanyak 40%-30% untuk memenuhi kebutuhan makanan dari ASI.

**Tabel 9.15:** Umur Bayi dengan Pola Makan

Umur Bayi		Pola Makan
<b>&lt; 6 bulan</b>	ASI	
<b>6 - 7 bulan</b>	Susu formula, bubur susu	ASI dan MP ASI, buah dalam bentuk lumat, bubur susu buatan sendiri atau biskuit yang sudah siap saji. Pertama mengenalkan buah dengan cara pemberian buah yang dihaluskan 2 sendok makan untuk 2-3 kali makan dalam sehari. Ukuran bubur susu diberikan 6-7 sendok makan
<b>8 - 9 bulan</b>	Tim saring	ASI, diberikan terlebih dahulu kemudian makanan tambahan bubu susu 8-9 sendok makan dan mulai diberikan makanan selingan bubur kacang hijau halus. Makanan lebih kental mulai diperkenalkan
<b>10-12 bulan</b>	Tim kasar	Terus pemberian ASI dan MPS-ASI, makanan lembek sesuai dengan frekuensi sesuai usia. Perkenalkan aneka ragam bahan makanan, jumlah makanan sesuai kebutuhan kalori.

Umur Bayi		Pola Makan
<b>1-5 tahun</b>	Makanan keluarga	Pola makan keluarga sudah dapat diperkenalkan kepada bayi dn balitata dilakukan secara bertahap dengan bentuk lunak. Makanan finger food /rebusan yang dipotong panjang dapat diberikan karena bayi sudah mulai belajar makan sendiri. Perkembangan fisik, intelektual dan sosial mulai berkembang

Pagi hari waktu sarapan

Pukul 10.00 sebagai selingan tambah susu

Pukul 12.00 pada waktu makan siang

Pukul 16.00 sebagai selingan tambah susu

Pukul 18.00 pada waktu makan malam

Sebelum tidur malam, tambahkan susu

**Tabel 9.16:** Menghitung Energi Menu Balita

Waktu	Menu	Bahan Makanan	Berat (g)	Kalori
<b>Bangun tidur Pagi</b>	2 lembar roti gandum	Roti gandum	70 g	175
	4 lembar daun selada	Selada	10 g	
	3 iris tomat	Tomat	10 g	
	1 lembar daging asap rebus	Daging	30 g	75
	1 gelas susu putih	Susu	200 ml	50
<b>Pk. 10.00 Selingan</b>	2 potong buah pepaya ukuran besar	Pepaya	200 g	25
<b>Siang</b>	1 piring nasi putih	Nasi	100 g	175
	1 mangkuk sedang sayur bayam bening	Bayam	40 g	25
	1 potong dada ayam panggang tanpa kulit	Ayam	55 g	150
	1 potong tahu	Tahu	50 g	40
<b>Pk. 16.00 Selingan</b>	1 buah mangga ukuran besar	mangga	200 g	50
<b>Makan Malam</b>	1 piring nasi putih	Nasi	100 g	175
	1 mangkuk sedang tumis sawi hijau	Sawi	40 g	25
	1 potong sup ikan patin	Ikan	50 g	50
	1 potong tempe	Tempe	50 g	40
	<b>Total</b>			

Evaluasi menu yang telah dirancang harus dilakukan, terutama ketika menentukan jumlah sayuran yang dipakai. Menurut rancangan sudah memenuhi kebutuhan zat gizi akan tetapi pada kenyataannya daya terima balita tidak mampu untuk menghabiskan makanan yang dibuat. Untuk mendapatkan menu seimbang yang dapat diterima balita, perlu dilakukan evaluasi ketika merencanakan menu dan ketika makanan telah dimasak.

#### b. Menyusun Menu Untuk Remaja

Remaja adalah anak-anak mulai masuk ke dalam dunia baru menuju masa dewasa, di mana dia mulai banyak berhubungan dengan orang-orang di luar keluarganya, berkenalan pula dengan suasana dan lingkungan baru dalam kehidupannya. Perubahan fisik terjadi karena mulai matangnya sistem hormonal dalam tubuh sehingga perubahan tinggi badan dan berat badan berlangsung sangat cepat. Pengalaman-pengalaman baru, kegembiraan di sekolah, rasa takut kalau-kalau terlambat tiba disekolah, menyebabkan anak-anak sering menyimpang dari kebiasaan waktu makan yang sudah diberikan kepada mereka. Pada masa remaja banyak melakukan aktivitas jasmani yang berpengaruh pada jumlah energi yang dibutuhkan tubuh. Remaja sering merasa lapar dan tidak memikirkan jenis makanan yang mereka makan dan mengenyangkan. Kebutuhan makanan sehari hampir sama dengan golongan anak pra sekolah, hanya perlu ditambah jumlahnya dari golongan sumber zat penambah tenaga (misalnya nasi, mie, singkong, ubi dan lain-lain untuk kegiatan mereka dan sumber zat pembangunan (telur, susu, daging, kacang-kacangan untuk pertumbuhannya). Berdasarkan umur yang termasuk: remaja putri pada usia 10-13 tahun remaja putra pada usia 12-15 tahun mengalami akil balig. Pada masa akil balig pertumbuhan tinggi dan berat badan disertai pertumbuhan fisiologis dan mental remaja putri maupun putra akan berkurang mendekati umur 19 tahun. Pada usia 10 tahun, rata-rata tinggi badan anak perempuan lebih tinggi 1 cm dibanding rata-rata tinggi badan anak laki-laki.

Menu untuk remaja dapat disusun dengan mengacu kepada kebutuhan mereka akan zat gizi guna beraktivitas sehari-hari. Menu yang disusun harus mengacu kepada kecukupan kalori dan protein sebanyak 2500-2800 Kkal per hari serta mengandung 48 – 55 gram kalori per hari. Disarankan memperbanyak konsumsi makanan berserat. Serat ini banyak ditemukan dalam buah-buahan, sayur dan kacang-kacangan. Makanan berserat dapat membantu kelancaran proses pencernaan. Asupan serat penting untuk usus dan dapat menurunkan

risiko peradangan gastrointestinal. Serat juga dapat menurunkan kolesterol dan menurunkan gula darah.

Kurangi makanan berlemak. Hindari makanan yang mengandung lemak jenuh. Mulailah mengonsumsi susu yang rendah lemak dan makanan seperti kedelai. Membatasi karbohidrat yang tidak sehat. remaja perlu menjaga berat badan yang sehat dan memelihara pankreas dengan mengurangi makanan yang mengandung karbohidrat yang tidak sehat. Fungsi hormon Insulin dalam tubuh akan terpengaruh karena gula darah yang tinggi. Karbohidrat olahan seperti roti tawar memiliki kadar vitamin dan serat yang rendah. Cobalah memenuhi asupan karbohidrat secara sehat dengan mengonsumsi buah-buahan.

**Tabel 9.17:** Kebutuhan Makanan untuk Remaja

Waktu	Menu	Bahan Makanan	Berat (g)	Kalori
<b>Pagi</b>	Satu mangkuk sereal gandum yang diberi susu dan pisang	Gandum	100 g	175
		Susu	200 g	50
		Pisang	50 g	50
<b>Siang</b>	Roti lapis isi daging, keju, dan tomat. Tambahkan sepiring salad buah-buahan sebagai pendamping	Roti	70 g	175
		Daging	35 g	50
		Keju	15 g	50
		Tomat Salad		
<b>Makanan Selingan</b>	3 potong roti panggang ditambah ¼ mangkuk selai buah dan buah apel	Roti	70 g	175
		Selai	15 g	37
		Apel	85 g	50
<b>Makan Malam</b>	Sepiring nasi, ayam panggang, dan tumis sayuran	Nasi	100 g	175
		Ayam	40 g	50
		Brokoli	100 g	25
<b>Total</b>				1062

c. Menyusun Menu Untuk Dewasa

Menu untuk orang dewasa dapat disusun dengan mengacu kepada kebutuhan mereka akan zat gizi guna beraktivitas sehari-hari. Menu yang disusun harus mengacu kepada kecukupan kalori dan protein sebanyak 2500-2800 Kkal per hari serta mengandung 48 – 55 gram kalori per hari. Disarankan memperbanyak konsumsi makanan berserat. Serat ini banyak ditemukan dalam buah-buahan, sayur dan kacang-kacangan. Makanan berserat dapat membantu kelancaran proses pencernaan. Asupan serat penting untuk usus dan dapat menurunkan

risiko peradangan gastrointestinal. Serat juga dapat menurunkan kolesterol dan menurunkan gula darah. Kurangi makanan berlemak. Hindari makanan yang mengandung lemak jenuh. Mulailah mengonsumsi susu yang rendah lemak dan makanan seperti kedelai. Membatasi karbohidrat yang tidak sehat. Orang dewasa perlu menjaga berat badan yang sehat dan memelihara pankreas dengan mengurangi makanan yang mengandung karbohidrat yang tidak sehat.

**Tabel 9.18:** Kebutuhan Makanan untuk Dewasa

Waktu	Menu	Bahan Makanan	Berat (g)	Kalori
<b>Pagi</b>	Mie Goreng	Mie	150 g	175
	Yoghurt	Yoghurt	100 mL	30
<b>Jam 10.00</b>	Cake kukus wortel	Terigu, Telur margarine	50 g	175
<b>Makan Siang</b>	Nasi	Nasi	200 g	350
	Cumi saus pedas	Cumi	50 g	50
	Tumis oncom	Oncom	50 g	80
<b>Jam 16.00</b>	Bubur biji salak	Terigu	100 g	150
	Teh + gula	Teh Gula	10 g	37
<b>Makan malam</b>	Nasi putih	Nasi	200 g	350
	Rollade telur dan jamur	Telur dan jamur	50 g	150
	Botok daun labu kuning	Labu	150 g	50
	Jus semangka	Semangka	100 g	50
<b>Total</b>				1647

d. Menyusun Menu Untuk Ibu Hamil dan Menyusui

Status gizi ibu setelah melahirkan dinilai dengan indeks masa tubuh atau IMT (berat badan dalam kg dibagi tinggi badan x tinggi badan dalam meter), berhubungan positif dengan kandungan lemak dan energi ASI, artinya semakin tinggi IMT (makin gemuk), akan menghasilkan ASI dengan kandungan lemak dan energi yang tinggi pula. Selain itu, semakin tinggi dan semakin gemuk seorang ibu, maka akan menghasilkan ASI lebih banyak terutama bagi bayi 0-2 bulan. Ibu menyusui membutuhkan zat-zat gizi lebih banyak dari pada ibu tidak menyusui, karena ibu merupakan produsen makanan dan minuman bagi bayinya. Zat-zat gizi yang ada dalam ASI berasal dari makanan yang dikonsumsi oleh ibu.

Kebutuhan gizi ibu menyusui adalah kebutuhan ibu sendiri ditambah dengan zat gizi untuk ASI yang diproduksi. Bila asupan gizi ibu lebih dari kebutuhannya, maka kekurangannya akan diambil dari tubuh ibu. Untuk mendukung produksi ASI yang cukup dan agar bayi serta ibu memiliki status gizi yang baik, maka ibu menyusui perlu makan dengan gizi seimbang.

Bagi ibu hamil dan menyusui harus diperhatikan betul sumber bahan makanan yang akan dikonsumsi. Bahan makanan utama tersebut adalah:

a. Karbohidrat

Nasi sebagai bahan makanan pokok dapat ditambah dengan jagung kuning, ubi merah, labu kuning yang juga mengandung karoten.

b. Protein

Ikan, terutama yang dapat dimakan dengan tulang dan durinya, selain mengandung protein, juga mengandung kalsium dan mineral yang dibutuhkan untuk pembentukan tulang dan mineral lainnya. Ayam, daging dan hati sapi/ayam merupakan sumber protein yang juga mengandung zat besi dan mineral lain. Susu non fat, tempe, tahu dan kacang-kacangan juga merupakan sumber kalsium dan mineral lainnya.

c. Lemak

Sumber lemak tidak jenuh harus merupakan pilihan utama, oleh karena mudah dicerna. Bahan tersebut antara lain minyak kedelai, minyak kacang, minyak bunga matahari, minyak kelapa sawit dan lain-lain.

d. Vitamin dan Mineral

Sayuran berwarna hijau tua dan kuning seperti daun pepaya, daun singkong, daun katuk, bayam, sawi hijau, daun bangun-bangun, wortel, labu kuning, pepaya, jambu biji, mangga, jeruk, semangka, advokat dan lainnya.

Perubahan perilaku makan harus disesuaikan dengan pola makan ibu hamil dengan lebih banyak mengkonsumsi lebih banyak energi, protein vitamin dan mineral.

Pola makan yang harus diperhatikan dengan beberapa catatan sebagai berikut:

- Hindari makanan yang berisiko terhadap janin dan ibu seperti kuning telur mentah, susu yang tidak dipasturisasi, keju lunak, kopi teh soda.

- Hindari diet menurunkan berat badan karena kenaikan berat badan ibu merupakan indikator kehamilan yang sehat.
- Makan dengan porsi kecil dan lebih sering, dengan jarak waktu 4 jam. Makanan kecil yang tinggi energi dapat diganti dengan buah segar dan sayuran
- Perbanyak serat dengan mengkonsumsi serial, roti gandum, kacang-kacangan.

Ibu menyusui dianjurkan minum dalam jumlah yang cukup, paling sedikit usahakan sebanyak 8 gelas sehari. Bisa berupa air putih, jamu, susu dan lain-lain. Selama masa nifas dianjurkan juga untuk meminum vitamin A 200.000 SI per harinya. Berikut ini adalah contoh pola makan ibu menyusui bayi 0-6 bulan (2.900-3.000 kalori)

**Tabel 9.19:** Kebutuhan Makanan untuk Ibu Menyusui

Waktu	Menu	Bahan Makanan	Berat (g)	Kalori
<b>Pagi</b>	Nasi uduk	Nasi, kelapa	150 g	200
	Telur dadar	Telur	25 g	25
	Ayam bumbu kuning	Ayam	40 g	50
	Teri goreng	Minyak	5 g	50
	Lalapan	Teri	5 g	12,5
		Timun	25 g	5
		Kemangi	10 g	2,5
<b>Jam 10.00</b>	Buah segar	Jeruk	100 g	50
	Croisant keju	Terigu	25 g	87,5
		Keju	30 g	55
		Margarin	10 g	100
<b>Makan Siang</b>	Nasi	Nasi	200 g	350
	Acar ikan	Ikan tongkol	50 g	35
	Perkedel tahu goreng	Tahu	50 g	40
	Urap daun pepaya	Minyak goreng	2,5 g	25
		Daun pepaya	50 g	12,5
		Kelapa muda	20 g	50
		Teri kering	5 g	60
	Sup jagung wortel	Jagung	25 g	35
		Wortel	50 g	12,5
	Buah segar	Daging giling	10 g	33
	Pisang raja	150 g	150	
<b>Jam 16.00</b>	Bolu kukus singkong	Singkong	50 g	175
		Gula pasir	20 g	74
		Santan	15 g	18,75

<b>Makan malam</b>	Nasi putih	Nasi	150 g	262,5
	Semur ayam	Ayam	50 g	62,5
	Oseng Tempe	Tempe	50 g	80
	goreng sawi putih	Minyak	5 g	50
	Sayur bening	Sawi putih	50 g	12,5
	Buah segar	Wortel	25 g	6,25
		Bayam	50 g	25
<b>Sebelum tidur</b>	Roti	Jagung	25 g	6,25
		Semangka	150 g	83,3
<b>Total</b>				
				2575,55

#### Mengevaluasi Menu Seimbang Bagi Ibu Hamil dan Menyusui

- Setelah proses merencanakan dan penyusunan menu perlu dilakukan evaluasi. Evaluasi menu dapat dilakukan ketika menu masih dalam perencanaan atau ketika menu telah dimasak. Peranan evaluasi menu antara lain:
  - Mengetahui daya terima makanan yang telah disusun
  - Mengetahui antara persediaan makan dengan kebutuhan zat gizi
  - Mengetahui menu yang disukai
  - Menu yang dirancang sesuai dengan pedoman anjuran gizi seimbang.

#### e. Menyusun Menu Untuk Manula

Umumnya, orang tua segera menyadari kalau mereka mengalami kemunduran kemampuan melihat atau mendengar. Namun, seringkali mereka tidak menyadari adanya perubahan terhadap sensitivitas indra penciuman dan perasa karena perubahan terhadap sensitivitas indra penciuman dan perasa karena perubahan ini berlangsung secara perlahan-lahan.

Perubahan ini perlu diperhatikan karena akan memengaruhi kualitas hidup dan kesehatan lansia secara menyeluruh. Rasa makanan merupakan paduan beberapa persepsi, yaitu bau, rasa, dan peraba. Dengan bertambahnya usia, indra perasa, dan reseptor penciuman akan berkurang jumlahnya.

Pertambahan usia diduga menyebabkan penurunan sensitivitas indra perasa. Penurunan sensitivitas indra perasa dan penciuman dimulai pada usia sekitar 60

tahun Indera pengecapan pada lansia sudah mulai berkurang Terutama untuk rasa asin dan manis. Akibatnya, pada makanan dengan rasa asin yang cukup pun sering terasa kurang bagi mereka. Tak heran pada lansia banyak terjadi hipertensi.

Penurunan sensitivitas indra penciuman menyebabkan makanan terasa kehilangan aroma sehingga menjadi kurang menarik dan tidak menyenangkan lagi. Akibatnya, beberapa lansia menjadi kehilangan selera makan, yang lambat laun akan mengakibatkan masalah kekurangan gizi atau keracunan makanan. Sebetulnya hal seperti itu yang kita sampaikan kepada lansia, sehingga dia menyadari bahwa panduan rasa asinnya tidak bisa lagi dipakai sebagai ukuran, karena bila dengan panduan asin dari lansia, untuk orang yang belum lansia akan terasa asin sekali.

**Tabel 9.20:** Kebutuhan Makanan untuk Manula

Waktu	Menu	Bahan Makanan	Berat (g)	Kalori
<b>Pagi</b>	Bubur manado Susu rendah lemak	Bubur	100 g	175
		Susu	20 g	92
<b>Jam 10.00</b>	Jus buah buahan	Jeruk	100 g	50
<b>Makan Siang</b>	Nasi Ikan mas bumbu acar Cah kangkung dan tempe Jus Wortel	Nasi	100 g	175
		Ikan	50 g	35
		Kangkung	100 g	25
		Tempe	50 g	80
		Wortel	25 g	6,25
<b>Jam 16.00</b>	Bubur ketan hitam	Bubur Ketan Hitam	100 g	175
<b>Makan malam</b>	Nasi putih Tempe goreng	Nasi	100 g	175
		Tempe	50 g	80
		Sawi putih	50 g	12,5
		Wortel	25 g	6,25
	Sayur bening Buah segar	Bayam	50 g	25
		Melon	150 g	83,3
<b>Total</b>				1195,3

Lansia bisa mengkonsumsi nasi secukupnya, dua macam lauk, dan sayuran sebanyak-banyaknya. "Mereka juga bisa mengonsumsi susu, tetapi jangan yang berlemak dan terlalu tinggi kadar kalsiumnya," Kalsium memang dibutuhkan lansia untuk mencegah osteoporosis. Namun jika kalsiumnya terlalu tinggi,

---

maka dia tidak bisa terserap oleh tulang. Agar tulang bisa efektif menyerap kalsium, maka tulang harus aktif bergerak. Kemalasan tubuh lansia untuk bergerak justru akan mengakibatkan pengapuran pada pembuluh darah. "Olahraga akan sangat membantu, tetapi pilihlah olahraga yang tidak mengeluarkan keringat untuk mencegah dehidrasi. Jalan kaki cepat dan naik turun tangga sangat membantu."



# Bab 10

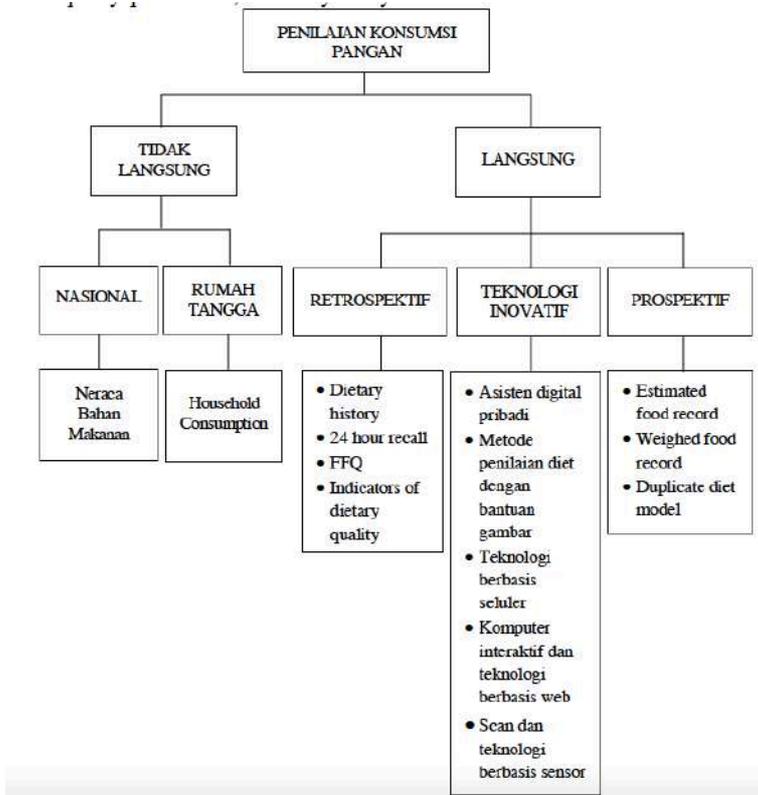
## Penilaian Konsumsi Pangan

### 10.1 Pendahuluan

Penilaian konsumsi pangan merupakan metode yang dilakukan untuk menilai konsumsi makanan, menilai dan menganalisis asupan gizi serta pola makan individu, rumah tangga dan kelompok masyarakat dalam jangka waktu tertentu secara sistematis. Tujuan penilaian konsumsi pangan adalah untuk menggambarkan asupan gizi baik sekarang maupun saat sebelumnya (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018). Penilaian konsumsi pangan ada dua cara yaitu penilaian langsung dan penilaian tidak langsung. Penilaian konsumsi pangan secara langsung merupakan data makanan yang didapat dari individu, rumah tangga maupun kelompok. Sedangkan penilaian konsumsi pangan secara tidak langsung didapat dari data sekunder.

Penilaian konsumsi pangan metode prospektif dilakukan dengan mencatat makanan yang dikonsumsi saat ini, sedangkan metode retrospektif berdasarkan makanan yang dikonsumsi sebelumnya. Penilaian konsumsi pangan dapat dilakukan secara kualitatif yaitu jenis makanan yang dikonsumsi atau secara kuantitatif yang terdiri dari jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi. Penilaian konsumsi pangan disesuaikan dengan tujuan penelitian, apakah menilai konsumsi makanan, asupan gizi atau kebiasaan makan (FAO, 2018).

Gambar 10.1 menggambarkan metode penilaian konsumsi pangan ditingkat individu, rumah tangga dan nasional. Pada bab ini akan dibahas mengenai berbagai metode seperti: *food weighing*, *food recall*, *food record*, *food frequency questionnaire*, dan *dietary history*.



**Gambar 10.1:** Gambaran Metode Penilaian Konsumsi Pangan (FAO, 2018)

## 10.2 Secara Tidak Langsung

Penilaian konsumsi pangan yang dilakukan secara tidak langsung dapat menggunakan informasi atau data sekunder, misalnya pasokan makanan, statistik pertanian, pengeluaran pangan untuk memperkirakan ketersediaan

makanan untuk konsumsi tingkat nasional dan tingkat rumah tangga. Pada bab ini akan dibahas mengenai neraca bahan makanan dan food account.

### 10.2.1 Neraca Bahan Makanan

Neraca Bahan Makanan (NBM) merupakan salah satu cara untuk mengetahui ketersediaan pangan di suatu wilayah. NBM adalah kumpulan data yang menyajikan gambaran pola pasokan pangan suatu negara / wilayah pada periode tertentu. NBM menyajikan data pangan yang menjelaskan bagaimana ketersediaan produksi pangan, cadangan pangan, impor dan ekspor serta pendistribusian pangan pada waktu tertentu (FAO, 2001).

NBM menggambarkan ketersediaan jumlah dan jenis bahan makanan untuk konsumsi, dan akhirnya dapat menyediakan data tingkat ketersediaan dan tingkat penggunaan pangan suatu wilayah. Data yang disajikan adalah rata-rata jumlah ketersediaan jenis bahan makanan untuk konsumsi penduduk per kapita per tahun (dalam kilogram), dan per kapita per hari (dalam gram) dalam periode waktu yang ditentukan (Fahriyah and Nugroho, 2016).

Neraca Bahan Makanan menjelaskan bahan pangan yang tersedia di tiap komoditas dan olahannya didapat dari (BKP, 2019);

- a. Ketersediaan dihitung dari total produksi bahan pangan dikurangi perubahan ketersediaan pangan dan tambahkan dengan total pangan impor dan kurangi total pangan yang diekspor dalam waktu yang ditentukan,
- b. Penggunaan pangan dianalisis dari total pakan ternak, bibit, industri makanan dan non makanan, pangan yang tercecer dan ketersediaan pangan masyarakat.

Ketersediaan pangan per kapita adalah pembagian pangan yang tersedia dengan jumlah penduduk di pertengahan tahun. Sedangkan nilai gizi pangan diperoleh mengkonversi ketersediaan pangan per kapita per hari kedalam bentuk satuan energi, protein, dan lemak.

Neraca Bahan Makanan mempunyai manfaat sebagai berikut (BKP, 2019):

- a. Menganalisis penyediaan pangan, penggunaan pangan dan ketersediaan pangan per kapita,
- b. Evaluasi pengadaan pangan dan penggunaannya,

- c. Evaluasi tingkat ketersediaan pangan berpedoman pada anjuran kecukupan gizi dan PPH ketersediaan pangan,
- d. Sebagai rujukan perencanaan produksi atau pengadaan pangan,
- e. Sebagai pedoman penyusunan kebijakan pangan dan gizi.

Contoh formulir NBM dapat dilihat seperti pada Gambar 10.2 di bawah ini:

Jenis Bahan Makanan	Produksi		Perubahan Stok	Impor	Penyediaan Dalam Negeri sebelum ekspor	Ekspor	Penyediaan Dalam Negeri	Pemakaian Dalam Negeri						Ketersediaan Perkapita				
	Masukan	Keluaran						Pakan	Bibit	Makanan	Bukan Makanan	Tercerai	Bahan Makanan	Kg/harian	gram/hari	Kalori/hari (kcal/hari)	Protein (gr./hari)	Lemak (gram/hari)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

**Gambar 10.2:** Formulir Neraca Bahan Makanan (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018)

## 10.2.2 Metode Food Account

Metode food account digunakan untuk menilai asupan pangan ditingkat rumah tangga. Metode ini menggambarkan makanan ditingkat rumah tangga yang dikonsumsi oleh seluruh anggota keluarga dalam satu dapur. Semua anggota keluarga mengkonsumsi makanan yang dibeli dan diolah di dapur dengan memperhatikan kesukaan anggota keluarga. Pada metode ini diidentifikasi jumlah pangan yang dikonsumsi anggota keluarga di rumah dan bukan yang dimakan diluar rumah (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018).

Satu orang dalam rumah tangga ditugaskan untuk mencatat semua makanan yang masuk ke rumah tangga selama periode waktu tertentu, biasanya tujuh hari. Makanan yang dicatat adalah makanan yang dimakan di dalam rumah, tidak makanan yang dikonsumsi di luar rumah, sisa makanan atau makanan hewan peliharaan. Data yang dihasilkan memberikan informasi tentang konsumsi makanan rata-rata dan pola pemilihan suatu populasi.

Metode food account dilaksanakan ditingkat keluarga terutama rumah tangga indikator. Untuk memonitor ketahanan pangan dengan menetapkan rumah

tangga indikator yang dilakukan oleh negara dengan sistem yang lebih maju. Rumah Tangga indikator adalah keluarga acuan untuk mengidentifikasi ketahanan pangan suatu wilayah. Jika rumah tangga indikator kekurangan pangan maka hal yang sama akan dialami rumah tangga lain di wilayah ini. Jika rumah tangga indikator kekurangan asupan maka rumah tangga lain juga akan mengalami hal yang sama (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018).

## 10.3 Secara Langsung

### 10.3.1 Metode Dietary History

Prinsip dari metode dietary history adalah mencatat riwayat makan mulai dari waktu makan, komposisi zat gizi, kecukupan asupan gizi, kepatuhan diet, dan makanan pantangan. Riwayat makanan didapat melalui frekuensi makanan dan porsi makan tiap hari selama beberapa hari. Beberapa prinsip dietary history yaitu; waktu makan, nama hidangan, bahan makanan, porsi acuan, porsi konsumsi, hari konsumsi, catatan diet, pantangan, deskripsi dan interpretasi riwayat makan (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018).

Metode lengkap dietary history biasanya terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut (Nelson and Bingham, 1997):

- a. Wawancara dilakukan untuk memperkirakan kebiasaan konsumsi berbagai macam makanan dalam berbagai waktu makan dalam sehari selama 24 jam dengan mempertimbangkan variasi musiman atau minggu
- b. Kuesioner frekuensi makanan digunakan untuk memverifikasi informasi
- c. Catat diet selama 3 hari

Pada dasarnya dietary history adalah wawancara dengan responden yang dilakukan oleh seorang pewawancara yang terlatih. Responden diminta untuk mencoba mengingat asupan makan untuk jangka waktu tertentu (Martin-Moreno and Gorgojo, 2007). Pewawancara dapat memberikan petunjuk untuk membantu mengingat, tetapi tidak boleh mengarahkan jawaban. Pewawancara harus terlatih untuk mengendalikan dan mengurangi kesalahan yang sistematis. Diperlukan keterampilan komunikasi yang baik untuk menciptakan suasana



**Tabel 10.1:** Kekuatan dan Keterbatasan Dietary History (FAO, 2018)

Kekuatan	Keterbatasan
a. Memberikan rincian pola makan, konsumsi makanan dan asupan makanan	a. Mengandalkan ingatan responden sehingga dapat menyebabkan bias
b. Memberikan perkiraan kuantitatif asupan zat gizi	b. Tidak cocok untuk responden anak-anak dan lansia
c. Berguna untuk menggambarkan asupan makanan atau zat gizi pada waktu yang cukup lama.	c. Membebani responden
d. Tidak bergantung pada literasi responden	d. Sulit untuk mengestimasi ukuran porsi makanan saat lampau
e. Memberikan informasi tentang makanan yang tidak rutin dikonsumsi	e. Pewawancara harus terlatih
f. Tidak mengganggu kebiasaan makan normal	f. Responden tidak buta huruf untuk memperkirakan ukuran porsi (riwayat diet yang dikelola sendiri)
	g. Membutuhkan biaya mahal
	h. Entri dan pengkodean data membutuhkan waktu dan personel terlatih

### 10.3.2 Metode Food Recall 24 Hours

Metode Food Recall 24 Hours dapat memberikan informasi kuantitatif diet individu mengenai jenis dan jumlah pangan yang dikonsumsi selama periode 24 jam yang lalu melalui wawancara. Keberhasilan metode ini sangat tergantung pada daya ingat responden, cara responden mengestimasi ukuran porsi makanan yang dikonsumsi, motivasi responden, dan keterampilan serta ketekunan enumerator (Gibson and Ferguson, 2008). Tabel 10.2 akan memberikan ringkasan dari kekuatan dan keterbatasan metode recall 24 jam.

Wawancara recall 24 hours dapat dilakukan pada orang dewasa dan anak-anak yang berusia diatas 8 tahun, sedangkan anak-anak yang berusia 4 sampai 13 tahun harus didampingi oleh ibu atau pengasuh utamanya untuk memastikan makanan yang dikonsumsi diluar rumah tercatat dengan baik (Sobo et al., 2000), (Charlebois, 2011). Makanan diluar rumah yang perlu dicatat adalah makanan yang dikonsumsi di sekolah, makanan jajanan, makanan yang dikonsumsi di rumah teman atau saudaranya.

**Tabel 10.2:** Kekuatan dan Keterbatasan Metode 24-Hour Recall (FAO, 2018), (Vuholm, Lorenzen and Kristensen, 2014), (Weaver et al., 2014)

Kekuatan	Keterbatasan
a. Menilai asupan pada populasi besar (populasi sampel dan hari dalam seminggu cukup terwakili)	a. Dibutuhkan beberapa hari recall untuk mewakili kebiasaan makan individu dan perhitungan perbedaan musim
b. Menggambarkan informasi pola makan, cara penyiapan makanan, tempat makan, dll.	b. Mengandalkan ingatan responden.
c. Cara pemberian tidak memengaruhi pilihan makanan dan pola makan.	c. Membutuhkan pewawancara terlatih dengan pengetahuan tentang praktik budaya, kebiasaan makan, resep lokal, dan metode persiapan.
d. Pertanyaan terbuka sesuai untuk mengetahui pola makan	d. Membutuhkan biaya mahal untuk pelatihan pewawancara dan waktu yang dibutuhkan dihabiskan untuk entri data dan pencocokan makanan dengan data komposisi makanan
e. Recall 24 jam berbasis wawancara, tidak tergantung pada kemampuan baca tulis responden	e. Kemungkinan bias karena responden lebih selektif dalam melaporkan makanan yang dikonsumsi
f. Ada sedikit beban daya ingat responden untuk mengingat asupan selama 24 jam terakhir yang mengarah ke akurasi dan tingkat respons	f. Bergantung pada literasi dan kemampuan responden untuk mendeskripsikan makanan dan memperkirakan ukuran porsinya (recall 24 jam yang dilaporkan sendiri).
g. Bisa dilaksanakan di tingkat keluarga, kelompok populasi, rumah sakit atau instansi. Dapat dilaksanakan dengan kondisi khusus di mana metode lain tidak dapat digunakan.	

24-hour recall menilai total asupan makan perorangan dan kelompok serta menguji hubungan diet, kesehatan dan variabel lainnya (FAO, 2018). Dapat dipastikan bahwa pengulangan empat atau lima hari wawancara menghasilkan reprodutivitas yang lebih tinggi dibandingkan pengulangan dua atau tiga kali (Rankin et al., 2012). Pemilihan hari yang tidak berturut direkomendasikan (Hartman et al., 1990) termasuk hari kerja dan akhir pekan (FAO, 2018).

Metode Recall 24 Hours dapat dilaksanakan menggunakan alat bantu minimal gambar makanan atau food model. Penggunaan metode ini perlu cara tepat untuk mengurangi kesalahan dengan mengikuti metode lima langkah atau dikenal dengan istilah *Five-Step Multiple-Pass Method*.

Berikut Metode *Multiple-Pass Method* yang terdiri dari lima langkah, yaitu (Sirajudin, 2018), (Conway, Ingwersen and Moshfegh, 2004):

- a. Daftar singkat makanan (Quick List)  
Mencatat pangan yang dikonsumsi selama 24 jam terakhir. Tanyakan hanya makanan dan minuman yang dikonsumsi satu hari kemarin tanpa menanyakan bahan makanan. Tujuan quick list adalah responden dapat mengingat pangan yang dikonsumsi satu hari yang lalu. Jika responden dapat menyebutkan nama makanan dan minuman tersebut, maka langkah pertama telah selesai.
- b. Daftar makanan yang terlupakan (Forgotten Food List)  
Tujuan daftar makanan ini adalah memastikan bahwa tidak ada lagi makanan dan minuman yang tidak tercatat. Setelah selesai menambahkan makanan yang terlupakan, maka perbaiki quick list.
- c. Waktu dan kegiatan (Time and Occasion)  
Caranya adalah dengan menghubungkan waktu dan aktivitas responden. Diharapkan dengan mengingat waktu dan aktivitas satu hari yang lalu maka makanan dan minuman yang telah dikonsumsi juga akan diingat. Pada tahapan ini hanya sebatas menguraikan bahan makanan dari pangan yang dikonsumsi sesuai dengan waktu konsumsi. Jika satu makanan selesai diuraikan bahan makanannya maka pindah ke makanan berikutnya.
- d. Mendeskripsikan makanan (Detail Cycle)  
Menentukan berat dalam gram (g) yang dapat dilakukan dengan cara menyesuaikan dengan standar porsi, melakukan penimbangan setiap porsi yang dimakan atau mendeskripsikan makanan dan jumlah yang dimakan dengan bantuan Food Model dan panduan pengukuran.
- e. Review seluruh makanan dan minuman (The Final Probe Review)  
Tahapan terakhir ini merangkum dan memastikan bahwa semua makanan dan minuman yang telah dicatat adalah tepat dan benar. Caranya adalah membaca semua makanan dan minuman beserta porsi dan beratnya mulai dari pagi hingga makan malam terakhir.

### 10.3.3 Food Frequency Questionnaire

Metode FFQ digunakan untuk menilai frekuensi makanan dan/atau kelompok makanan yang dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu menggunakan kuesioner yang dapat digunakan sendiri oleh responden atau dengan pewawancara. Pengumpulan data dapat dilakukan sesuai dengan tujuan

penelitian, apakah harian, mingguan, bulanan atau tahunan (FAO, 2018). FFQ bertujuan untuk menilai kebiasaan makan yaitu seberapa sering dan berapa banyak makanan yang dikonsumsi dan periode tertentu (Rodrigo et al., 2015).

Komponen utama FFQ adalah daftar makanan, frekuensi konsumsi dalam satuan waktu dan porsi/ukuran yang dikonsumsi setiap item.

#### a. Daftar Makanan

Daftar makanan dibuat dengan jelas, ringkas, terstruktur dan terorganisir secara sistematis. Daftar makanan dirancang dengan tujuan suatu penelitian atau dapat dimodifikasi dari instrumen yang ada dengan penyesuaian dan validasi sesuai populasi penelitian. Hal ini dikarenakan pengaruh etnis, budaya, preferensi individu, status ekonomi, dll (Rodrigo et al., 2015).

Daftar makanan ini dapat dibuat melalui studi pendahuluan yang mempunyai tujuan untuk identifikasi bahan makanan. Bahan makanan yang dimasukkan di daftar makanan adalah apabila memiliki kekerapan konsumsi yang tinggi berdasarkan studi terdahulu atau bahan makanan potensial dari survei pasar daerah setempat. Hal ini mempunyai tujuan agar wawancara lebih efektif dan frekuensi konsumsi makanan lebih akurat. Daftar makanan yang terlalu banyak adalah tidak efektif karena tidak memberikan nilai skor jika tidak semua dikonsumsi oleh responden (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018). Gambar 10.4 merupakan contoh form FFQ yang bisa digunakan untuk penelitian.

#### Formulir Food Frequency Questionnaire (FFQ)

Nama Subjek : Tanggal Wawancara :  
 Umur : Pewawancara :  
 Jenis Kelamin : Alamat :

No	Bahan Makanan	Frekuensi Konsumsi (Skor Konsumsi Pangan)					
		>3 kali sehari (50)	1 kali sehari (25)	3-6 kali seminggu (15)	1-2 kali seminggu (10)	2 kali sebulan (5)	Tidak pernah (0)
Jumlah Skor Konsumsi							

**Gambar 10.4:** Formulir Food Frequency Questionnaire (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018)

Sebelum instrument FFQ digunakan, maka instrument tersebut harus di validasi terlebih dahulu. Cara sederhana untuk memvalidasi instrumen FFQ adalah

dengan melakukan uji coba instrument. Uji coba instrument dilakukan pada suatu kelompok yang mempunyai karakteristik yang sama dengan responden. Instrumen yang sudah diuji coba secara berulang dapat digunakan untuk menilai konsumsi pangan dan hasilnya sebagai rekomendasi hasil penelitian (Crispim et al., 2006).

Berikut faktor-faktor yang dapat memengaruhi validitas pada FFQ (Cade et al., 2002) yaitu (1) jumlah item makanan dalam daftar yang ditentukan oleh karakteristik populasi dan tujuan penelitian, (2) urutan daftar makanan, (3) Respon frekuensi dan ukuran porsi, (4) kerangka waktu penelitian, (5) cara pengambilan data, (6) entri data dan perhitungan setelah survei selesai.

#### b. Frekuensi Konsumsi

Responden diminta untuk memperkirakan seberapa sering makanan atau minuman tertentu dikonsumsi. Kategori frekuensi terdiri dari tidak pernah atau 2 kali sebulan hingga lebih dari 3 kali sehari. Periode wawancara dapat bervariasi tergantung tujuan penelitian, bisa seminggu, sebulan atau enam bulan. Untuk bahan makanan musiman yang dikonsumsi, responden akan ditanya seberapa sering dan berapa lama mengkonsumsi makanan tersebut (Rodrigo et al., 2015).

#### c. Ukuran Porsi

FFQ kualitatif tidak menanyakan kepada responden mengenai porsi yang biasa dikonsumsi, namun FFQ kuantitatif akan memperkirakan ukuran porsi setiap bahan makanan yang biasa dikonsumsi responden. Skor konsumsi pangan dengan menggunakan metode FFQ mengacu pada porsi makanan yang tercantum dalam piramida makanan yang dikenal dengan Tumpeng Pesan Gizi Seimbang (PGS). Piramida ini menginformasikan besar porsi yang dianjurkan untuk menilai asupan kelompok makanan. Porsi yang tercantum di formulir FFQ adalah satu porsi (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018).

Setiap metode penilaian konsumsi pangan ada kekuatan dan keterbatasannya, Tabel 10.3 berikut ini merangkum kekuatan dan keterbatasan metode *food frequency questionnaire* :

**Tabel 10.3:** Kekuatan dan Keterbatasan Food Frequency Questionnaire (FAO, 2018)

Kekuatan	Keterbatasan
a. Menilai kebiasaan makan dalam jangka waktu lama	a. Tidak dapat mencakup semua makanan yang dikonsumsi responden
b. Menggambarkan zat gizi tertentu (FFQ kuantitatif), kelompok makanan tertentu termasuk makanan yang jarang dikonsumsi	b. Tidak dapat memperkirakan ukuran porsi yang dikonsumsi secara tepat
c. Menggambarkan perkiraan ukuran porsi (semi dan FFQ kuantitatif), rincian makanan dan cara memasak	c. Responden harus bisa baca tulis (jika <i>self reported</i> )
d. Dapat ditambahkan pertanyaan makanan dikonsumsi diluar dalam daftar makanan	d. Kesalahan interpretasi pertanyaan dan menghilangkan item makanan yang tidak dipahami oleh responden (jika <i>self reported</i> )
e. Tidak memengaruhi perilaku makan	e. Kuesioner perlu disesuaikan dan divalidasi untuk penelitian tertentu.
f. Responden tidak punya beban	f. Tergantung daya ingat responden
g. Relatif sederhana dan murah	
h. Responden dapat merespon melalui surat atau internet.	

### 10.3.4 Metode Weighed Food Record

Metode *Weighed food record* salah satu untuk menilai konsumsi pangan dengan cara menimbang dan mencatat makanan yang dilakukan responden. Responden akan melakukan penimbangan dan pencatatan semua makanan yang dikonsumsi baik di rumah maupun di luar rumah pada formulir yang telah disediakan selama periode waktu tertentu.

Langkah-langkah metode *weighed food record* adalah sebagai berikut (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018):

- a. Siapkan formulir weighed food record dan jelaskan kepada responden cara pengisian dan penimbangan makanan.
- b. Responden melakukan penimbangan dan pencatatan makanan yang dikonsumsi pada formulir yang tersedia.
- c. Responden menimbang kembali pada makanan yang tersisa dan di catat.
- d. Responden mencatat jumlah makanan yang dikonsumsi yaitu berat sebelum dimakan dikurangi dengan makanan yang tersisa.
- e. Lakukan analisis zat gizi.

Setiap metode penilaian konsumsi pangan ada kekuatan dan keterbatasan, termasuk metode *weighed food record*. Berikut contoh formulir *weighed food record* yang bisa digunakan untuk penelitian.

**Formulir Weighed Food Record**

Nama Subjek :  
Umur :  
Jenis Kelamin :

Waktu Makan	Nama Makanan	Bahan Makanan	Cara Pengolahan	Berat Makanan (gram)	Sisa Makanan (gram)	Jumlah makanan yg dikonsumsi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)

**Gambar 10. 5:** Formulir Weighed Food Record

Tabel 10.4 berikut akan memberikan ringkasan kekuatan dan keterbatasan yang terkait dengan metode *weighed food record*. Kekurangan dari metode ini dapat dilengkapi dengan menambahkan metode lain untuk menilai konsumsi pangan.

**Tabel 10.4:** Kekuatan dan Keterbatasan Weighed Food Record (FAO, 2018), (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018)

Kekuatan	Keterbatasan
a. Menilai asupan aktual individu sesuai periode tertentu	a. Dibutuhkan koordinasi yang baik dengan responden
b. Lebih akurat daripada metode penilaian diet lainnya	b. Responden harus bisa baca tulis
c. Tidak tergantung pada daya ingat responden	c. Membutuhkan waktu yang lama
d. Memberikan ukuran porsi yang tepat	d. Sangat membebani responden
e. Memberikan spesivitas tinggi dan detail mengenai makanan yang dikonsumsi dan pola makan	e. Dapat terjadi bias jika responden mengubah kebiasaan makan
f. Memberikan informasi tentang makanan yang dimakan secara teratur	f. Biaya mahal
g. Hasil dari metode ini adalah data kuantitatif berupa jumlah asupan gizi responden dalam sehari	g. Kesalahan pencatatan pada makanan di luar rumah
	h. Mungkin tidak menangkap makanan yang jarang dimakan
	i. Butuh waktu lama untuk pengambilan data

### 10.3.5 Metode Estimated Food Record

*Estimated food record* adalah metode penilaian terperinci yang memberikan perkiraan asupan energi dan sebagian besar nutrisi, makanan, dan kelompok makanan. Metode ini dapat dilakukan baik di tingkat individu maupun keluarga. Pada metode ini responden mencatat perkiraan konsumsi makanan dan minuman selama 24 jam.

Formulir *estimated food record* dibuat secara terstruktur, dapat ditambah dengan pertanyaan tambahan seperti nama makanan (sarapan, makan siang), waktu makan, lokasi, menu, bahan makanan dan berat makanan yang dikonsumsi. Dibawah ini penjelasan mengenai kekuatan dan keterbatasan metode *estimated food record*.

**Tabel 10.5:** Kekuatan dan Keterbatasan Estimated Food Record (FAO, 2018)

Kekuatan	Keterbatasan
a. Memberikan perkiraan sebenarnya bukan diet biasa, sesuai periode tertentu	a. Butuh responden terlatih
b. Format pertanyaan terbuka sesuai untuk semua pola makan	b. Butuh pewawancara terlatih
c. Tingkat spesivitas tinggi dan detail terkait makanan yang dikonsumsi serta waktu makan	c. Biaya mahal
d. Memberikan informasi rinci tentang pola makan	d. Membutuhkan waktu lama dan membebani responden
e. Memungkinkan pengumpulan informasi dari responden dengan kebiasaan makan sporadis	e. Responden mungkin lupa mencatat detail makanan yang dikonsumsi
f. Tidak bergantung pada ingatan responden, karena informasi dicatat pada saat dikonsumsi	f. Sulit memperkirakan porsi makanan
g. Estimasi ukuran porsi sesuai waktu	g. Dapat mengganggu kebiasaan makan normal
	h. Asupan makanan yang tidak dicatat atau kurang akurat pada saat anak makanan di luar rumah atau jauh dari orang tua atau pengasuhnya

*Food record* biasa dilakukan selama 1 sampai 7 hari sesuai dengan tujuan penelitian. Untuk mendapatkan informasi rata-rata asupan pada suatu kelompok populasi dapat dilakukan hanya satu hari. Namun jika menilai kebiasaan makan individu, maka diperlukan lebih dari satu hari termasuk satu hari di akhir pekan (Gibson, 2005).

Langkah-langkah yang perlu dilakukan pada metode *estimated food record* adalah sebagai berikut (Sirajudin, Astuti, Surmita, 2018):

- a. Jelaskan terlebih dahulu kepada responden cara pengisian formulir *estimated food record* dan cara memperkirakan porsi makanan dengan ukuran rumah tangga (URT).
- b. Makanan dan minuman yang dikonsumsi dicatat oleh responden termasuk makanan selingan dan jajanan. Makanan dan minuman yang dicatat baik yang dikonsumsi di dalam rumah maupun diluar rumah selama periode penelitian.
- c. Responden mencatat waktu makan, bahan makanan, cara mengolah makanan dan keterangan lain yang diperlukan.
- d. Ukuran porsi makanan (URT) yang dikonsumsi responden dihitung dalam ukuran berat (gram).
- e. Analisis zat gizi dengan menggunakan daftar komposisi bahan makanan atau software analisis zat gizi.



# **Bab 11**

## **Gizi dalam Daur Kehidupan**

### **11.1 Gizi Ibu Hamil**

Gizi yang optimal pada saat hamil merupakan periode yang sangat penting dan menentukan dalam proses siklus kehidupan manusia. Sebagai contoh, kekurangan zat gizi pada saat hamil dapat meningkatkan risiko terjadinya berat bayi lahir rendah (BBLR) yang akan berdampak pada terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan fisik dan mental anak serta meningkatkan risiko terkena penyakit kronis ketika dewasa. Kondisi ini bukan saja menjadi masalah kesehatan individu melainkan dapat menentukan kualitas sumberdaya manusia Indonesia di masa yang akan datang. Bangsa yang maju sangat ditentukan oleh tingkat kesehatan, kecerdasan, dan produktivitas rakyatnya. Lingkaran setan ini harus diputus dengan cara memberikan asupan zat gizi yang sesuai disetiap siklus kehidupan manusia mulai dari masa kehamilan, menyusui, balita, anak usia sekolah, remaja, dewasa, hingga lanjut usia.

#### **11.1.1 Definisi dan Fisiologi kehamilan**

Kehamilan merupakan periode janin berkembang di dalam rahim wanita dimulai sejak konsepsi (menstruasi terakhir) hingga proses kelahiran yaitu selama 37 hingga 42 minggu (Spong, 2013). Periode ini terbagi menjadi tiga trimester yaitu, trimester 1, trimester 2, dan trimester 3. Selama periode

kehamilan terjadi berbagai perubahan fisiologis di antaranya adalah perubahan kandungan air dalam tubuh, perubahan hormonal, dan perubahan metabolisme zat gizi.

Peningkatan kandungan air dalam tubuh wanita hamil berkaitan dengan peningkatan volume plasma dan cairan ekstraseluler, serta cairan ketuban. Peningkatan komposisi air tubuh bertujuan untuk memperluas aliran darah dan transfer zat gizi ke plasenta dan janin. Total air tubuh meningkat pada kehamilan berkisar dari 7 hingga 10 liter. Peningkatan kandungan air dalam tubuh wanita hamil menjadikan seorang ibu hamil mudah merasa lelah, peningkatan berat badan, dan peningkatan derajat edema (Brown, 2016).

Perubahan fisiologis pada ibu hamil seringkali disebabkan oleh hormon yang diproduksi di plasenta. Plasenta merupakan jaringan embrionik yang berperan sebagai (1) tempat produksi hormon dan enzim, terutama hormon steroid seperti progesteron dan estrogen; (2) perpindahan zat gizi dan gas antara ibu dan janin, serta (3) mengambil produk buangan dari janin. Hormon yang berperan dalam proses kehamilan di antaranya adalah (1) Human chorionic gonadotropin (hCG) yang menstimulasi corpus luteum untuk memproduksi estrogen dan progesteron yang berperan dalam pertumbuhan endometrium atau dinding rahim ; (2) Progesteron juga berperan dalam proses merangsang perkembangan payudara, melemaskan otot pembuluh darah, dan deposisi lipid; (3) Estrogen berperan dalam pembentukan dan penyimpanan lipid, sintesis protein, aliran darah, dan perkembangan saluran payudara; (4) Human chorionic somatotropin (hCS) berperan dalam meningkatkan resistensi insulin untuk mempertahankan kadar glukosa dan cadangan untuk janin, sintesis protein, dan penggunaan lemak untuk energi ibu hamil; (5) Human placental lactogen (hPL) yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan janin, serta meningkatkan ketersediaan glukosa dan asam amino; (6) Leptin yang berperan dalam pengaturan nafsu makan dan metabolisme lipid, penambahan berat badan, dan pemanfaatan simpanan lemak (Brown, 2016).

Penyesuaian metabolisme zat gizi pada ibu hamil terlihat sejak beberapa minggu setelah konsepsi dan terus berkembang selama kehamilan. Penyesuaian metabolisme zat gizi ini berfungsi untuk memastikan tersedianya zat gizi yang cukup baik jenis ataupun jumlahnya bagi janin (Brown, 2016).

### 11.1.2 Kebutuhan Energi dan Zat Gizi

Kebutuhan energi dan zat gizi selama kehamilan bervariasi tergantung pada status gizi prahamil, ukuran dan komposisi tubuh, tingkat aktivitas fisik, tahapan kehamilan, dan status kesehatan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (Permenkes RI) Nomor 28 tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Zat Gizi yang dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia, kecukupan energi wanita usia 19 sampai dengan 49 tahun adalah sebesar 2.150–2.250 kkal, jumlah ini perlu ditambah sesuai dengan tahapan kehamilan yaitu sebesar 180 kkal/hari pada trimester 1, sementara pada trimester 2 dan 3 sebesar 300 kkal/hari. Tambahan energi ini dibutuhkan karena terjadi berbagai perubahan fisiologis pada ibu hamil dan untuk menjamin pertumbuhan dan perkembangan janin yang optimal sesuai tahap kehamilan. Adapun angka kecukupan protein, lemak, karbohidrat, serat, dan air untuk ibu hamil berturut-turut adalah 70-90 gram/hari; 62,3-67,3 gram per hari; 380-400 gram/hari; 34-36 gram/hari; dan 2400-2600 ml/hari (Kemenkes, 2019).

Selain zat gizi makro, ibu hamil juga memerlukan tambahan zat gizi mikro yaitu vitamin dan mineral. Vitamin dan mineral sangat dibutuhkan ibu hamil untuk menghindari terjadinya kurang energi kronik dan Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR). Tambahan angka kecukupan pada ibu hamil setiap harinya meliputi vitamin A sebesar 300 RE, Vitamin B1 dan B2 sebesar 0,3 mg, Vitamin B3 sebesar 0,4 mg, Vitamin B5 sebesar 1 mg, Vitamin B6 sebesar 0,6 mg, asam folat sebesar 200 mg, Vitamin B12 sebesar 0,5 mg, Kolin sebesar 25 mg, dan vitamin C sebesar 10 mg (Kemenkes, 2019).

### 11.1.3 Kondisi khas dan permasalahan

Perubahan fisiologis pada kondisi kehamilan memungkinkan munculnya kondisi khusus dan masalah kesehatan pada ibu hamil di antaranya adalah (1) mual dan muntah; (2) konstipasi; (3) heatburn; dan (4) preeklamsia.

Mual merupakan gejala paling umum yang dapat dirasakan oleh ibu hamil. Mual biasanya terjadi pada minggu ke 5 setelah kehamilan dan umumnya menghilang pada minggu ke 12. Sebesar 2%, kondisi mual dan muntah yang dirasakan ibu hamil dapat berkembang menjadi hyperemesis gravidarum. Keadaan ini ditandai dengan frekuensi dan keparahan muntah yang berlangsung tidak hanya sampai minggu ke 12 melainkan selama kehamilan, dan kondisi ini dapat semakin parah saat disertai dengan suplementasi zat besi dan asam folat. Hyperemesis gravidarum dapat mengakibatkan penurunan berat badan dan

penurunan derajat kesehatan pada ibu hamil. Mual dan muntah pada ibu hamil dapat diminimalisir dengan menghindari makanan yang terlalu manis dan berlemak, hindari makanan yang berbau tajam dan menyengat, dan makan dalam porsi yang kecil namun sering. Makanan yang dapat dikonsumsi di antaranya adalah telur rebus, yoghurt, biskuit/krakers (Brown, 2016).

Konstipasi pada ibu hamil disebabkan oleh membesarnya rahim dan menekan usus sehingga mengakibatkan sulit buang air besar. Permasalahan konstipasi ini dapat dicegah dengan mengonsumsi serat larut air seperti ubi, brokoli, wortel kacang merah, oat dan apel. (Ramayulis, et al., 2009).

Sekitar 40-80% ibu hamil mengalami heatburn. Heatburn adalah rasa panas pada perut yang disebabkan oleh tekanan diafragma pada rahim sehingga memengaruhi gerakan reflek dari lambung masuk ke dalam kerongkongan. Heartburn dapat dicegah dengan makan dalam porsi yang kecil namun sering, jangan tidur dalam keadaan perut kenyang, tidur dengan kondisi kepala lebih tinggi daripada anggota tubuh bagian bawah, serta konsumsi cukup serat 25-30 gram/hari).

Masalah kesehatan lainnya yang dapat terjadi pada ibu hamil adalah preeklampsia. Preeklampsia merupakan kondisi terjadinya peningkatan tekanan darah (Sistol 140 mmHg/Diastol 90 mmHg) dan disertai proteinuria (terdapat protein dalam urin). Gejala yang dapat dirasakan oleh ibu hamil adalah sakit kepala, pandangan kabur, nyeri perut, jumlah trombosit, dan nilai enzim hati yang abnormal (Brown, 2016).

## 11.2 Gizi Anak

Berdasarkan Permenkes RI Nomor 28 tahun 2019, anak dibedakan menjadi usia pra sekolah dan usia sekolah. Usia pra sekolah terdiri atas kelompok umur 1-3 tahun dan 4-6 tahun, serta usia sekolah dengan rentang umur 7-9 tahun (Kemenkes, 2019). Laju pertumbuhan pada periode ini perlahan menurun dibandingkan dengan pertumbuhan cepat yang terjadi pada saat bayi. Pada periode ini, anak sudah mulai beradaptasi dengan lingkungan, memiliki aktivitas yang lebih tinggi dikarenakan perkembangan otot yang terus terjadi, dan mulai menentukan pilihan makanan tertentu yang disukai. Kebutuhan zat gizi pada anak berbeda-beda dan sangat dipengaruhi oleh ukuran dan komposisi tubuh, aktivitas fisik, dan kecepatan tumbuh (Almatsier & Soetardjo S, 2013).

### 11.2.1 Tumbuh kembang

Pertumbuhan adalah bertambahnya ukuran fisik dan struktur tubuh sebagian atau keseluruhan sehingga dapat diukur dengan satuan panjang dan berat sedangkan perkembangan adalah bertambahnya struktur dan fungsi tubuh yang lebih kompleks dalam kemampuan gerak kasar, gerak halus, bicara, bahasa, serta sosialisasi dan kemandirian (Depkes, 2007). Walaupun terdapat perbedaan definisi, pertumbuhan dan perkembangan tidak bisa dipisahkan satu sama lain. Hal ini dapat dicontohkan dengan pertumbuhan otak anak berkaitan dengan berkembangnya kemampuan anak dalam mengingat, belajar dan bernalar (Hurlock, 1978). Penilaian tumbuh pada anak dapat diukur melalui grafik pertumbuhan berat badan, tinggi badan, lingkaran kepala, lingkaran perut dan pertumbuhan geligi. Sementara penilaian perkembangan anak dapat diukur melalui tujuh aspek perkembangan yang terdapat dalam pedoman Bina Keluarga Balita kembang yaitu tingkah laku sosial, menolong diri sendiri, kecerdasan, gerakan motorik halus, gerakan motorik kasar, komunikasi aktif, komunikasi pasif. (BKKBN, 2005).

Asupan makanan yang bergizi dan seimbang merupakan salah satu faktor kunci untuk memastikan tumbuh kembang anak optimal. Kekurangan zat gizi pada periode ini dapat mengakibatkan gangguan pertumbuhan fisik, kualitas kecerdasan, dan perkembangan di masa yang akan datang. Oleh karena itu, orangtua harus rutin memantau pertumbuhan perkembangan anak agar dapat ditangani segera apabila terdapat tanda-tanda masalah gizi. Pemantauan pertumbuhan dan perkembangan dapat dilakukan secara mandiri di rumah, Posyandu (Pos Pelayanan terpadu), Puskesmas (Pusat Kesehatan Masyarakat), atau fasilitas kesehatan lainnya. Untuk memudahkan pemantauan status gizi anak baru lahir sampai dengan usia enam tahun, Posyandu akan memberikan lembar informasi atau catatan kesehatan yaitu Buku kesehatan Ibu dan Anak (Buku KIA) (Kemenkes, 2020).

### 11.2.2 Kebutuhan energi dan zat gizi

Kebutuhan energi pada anak bervariasi tergantung pada ukuran dan komposisi tubuh, tingkat metabolisme, aktivitas fisik, ukuran lahir, usia, jenis kelamin, faktor genetik, asupan energi, kondisi medis, suhu tubuh, dan grafik pertumbuhan (Hardinsyah & Supariasa, 2016). Angka kecukupan gizi anak usia 1-3 tahun, 4-6 tahun, dan 7-9 tahun berdasarkan Permenkes No. 28 Tahun 2019 disajikan dalam Tabel 11.1.

**Tabel 11.1:** Angka Kecukupan Gizi (AKG) Anak yang dianjurkan (per orang per hari)

Zat Gizi	Usia (Tahun)		
	1-3	4-6	7-9
Energi (kkal)	1.350	1.400	1.650
Protein (g)	20	25	40
Lemak (g)	45	50	55
Karbohidrat (g)	215	220	250
Serat (g)	19	20	23
Air (ml)	1.150	1.450	1.650
Vitamin A (RE)	400	450	500
Vitamin D (mcg)	15	15	15
Vitamin E (mcg)	6	7	8
Vitamin K (mcg)	15	20	25
Vitamin B1 (mg)	0,5	0,6	0,9
Vitamin B2 (mg)	0,5	0,6	0,9
Vitamin B3 (mg)	6	8	10
Vitamin B5 (mg)	2	3	4
Vitamin B6 (mg)	0,5	0,6	1,0
Folat (mcg)	160	200	300
Vitamin B12 (mcg)	1,5	1,5	2,0
Biotin (mcg)	8	12	12
Kolin (mg)	200	250	375
Vitamin C (mg)	40	45	45

Sumber: Angka Kecukupan Gizi, 2019 (Permenkes No. 28 Tahun 2019)

### 11.2.3 Prinsip pemberian makan

Pada anak usia 1-2 tahun, kebutuhan berbagai zat gizi meningkat untuk keperluan pertumbuhan, perkembangan, dan kegiatan anak yang mulai aktif. Hal ini menjadikan kebutuhan gizi anak usia 1-2 tahun tidak dapat hanya dipenuhi dari Air Susu Ibu (ASI) saja, melainkan perlu diberikan Makanan Pendamping ASI (MP-ASI). MP ASI merupakan proses pengenalan makanan dan cairan lain selain ASI untuk anak usia 6 hingga 24 bulan agar memenuhi kebutuhan gizi bayi, ASI dapat terus dilanjutkan hingga 24 bulan atau lebih (Binns, et al., 2020).

MP ASI dapat dibuat di rumah tangga ataupun buatan pabrik. Tekstur makanan MP ASI mulai dari halus/saring encer (makanan lumat) dan bertahap menjadi lebih kasar (makanan lembek).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian MP ASI menurut (Binns, et al., 2020) adalah:

- 1) MP ASI harus memenuhi kecukupan gizi bayi baik zat gizi makro maupun mikro (zat besi, kalsium, iodium, vitamin A, dll);
- 2) Gunakan bahan pangan MP ASI yang beragam untuk mencukupi berbagai zat gizi yang diperlukan;
- 3) Hindari gula dan garam, baik MP ASI buatan rumah tangga ataupun buatan pabrik, karena akan memengaruhi preferensi dan kebiasaan makan bayi dikemudian hari;
- 4) Proses pengolahan makan harus memperhatikan kebersihan bahan pangan, air, dan peralatan yang digunakan dan makan MP ASI segera setelah disiapkan;
- 5) Mengikuti frekuensi makan yang dianjurkan oleh WHO yaitu 2-3 kali untuk bayi usia 6-8 bulan, 3-4 kali untuk bayi usia 9-24 bulan (untuk usia 12-24 bulan dapat ditambah makanan selingan 1-2 kali/hari); 4-5 kali untuk bayi yang sudah tidak mengonsumsi ASI;
- 6) Susu formula hanya jika diperlukan (kandungan protein yang terlalu tinggi dari yang dibutuhkan dapat memicu obesitas pada bayi);
- 7) Berikan makan anak saat lapar dan hindari memaksa anak untuk makan sebanyak yang kita inginkan. Orangtua dan pengasuh perlu memahami sinyal lapar dan kenyang dari anak serta senantiasa memantau pertumbuhan dan perkembangan anak.

Di periode usia 2-5 tahun, umumnya konsumsi beberapa vitamin dan mineral seperti vitamin A vitamin B2, zat besi kalsium, dan fosfor mulai menurun seiring berhentinya konsumsi MP ASI yang difortifikasi berbagai vitamin dan mineral. Pada periode ini anak sudah mulai menunjukkan kesukaan dan ketidaksukaannya terhadap makanan tertentu. Misalnya anak mulai tidak menyukai sayur dan lebih menyukai makanan manis dan berlemak, cookies, roti, sereal, biskuit atau makanan jajanan lainnya. Dalam hal ini, peran orangtua atau pengasuh dalam memberikan contoh makanan yang bergizi dan seimbang sangatlah penting, karena anak mulai belajar menirukan lingkungan sekitarnya. Beberapa hal yang perlu diperhatikan pemberian makan anak usia 2-5 tahun adalah (1) perhatikan jumlah dan variasi makanan yang diberikan kepada anak. Pada periode ini anak sudah mengenal makanan jajanan sehingga peran orangtua dalam mengenalkan makanan yang bergizi seimbang menjadi hal yang sangat penting dan menentukan kebiasaan makan anak; (2) anak mulai aktif berkegiatan diluar rumah yang memungkinkan anak untuk terkena

penyakit infeksi/cacingan. Penerapan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) menjadi krusial dan perlu diajarkan kepada anak sejak dini. Penyakit infeksi/cacingan dapat menghambat penyerapan berbagai zat gizi dan apabila berlangsung lama, akan mengakibatkan masalah gizi kronis.

Pada usia 6-9 tahun, kebutuhan energi tetap diperlukan untuk pertumbuhan fisik yang lambat namun konsisten. Pada periode ini anak sudah memasuki usia sekolah sehingga pilihan makanan sangat dipengaruhi oleh teman sebaya. Selain itu, aktivitas anak diluar rumah semakin tinggi, hal ini akan berdampak pada akses mengonsumsi jajanan tidak sehat dan terkena penyakit infeksi semakin tinggi. Pemberian makan gizi seimbang diperlukan untuk mengkomodir energi yang keluar untuk aktivitas anak dan memasuki usia pra pubertas. Beberapa hal yang perlu diperhatikan terkait pemberian makan anak usia 6-9 tahun adalah : (1) biasakan makan tiga kali sehari dan jangan melewatkan sarapan; (2) perbanyak konsumsi sayur dan buah; (3) biasakan membawa bekal yang sehat dan bergizi dari rumah; (4) batasi mengonsumsi jajanan/makanan cepat saji yang manis, asin, berlemak.

## 11.3 Gizi Remaja

Definisi remaja menurut Brown (2016) adalah masa transisi dari masa anak-anak ke masa dewasa ditandai dengan percepatan perkembangan fisik, mental, emosional, dan sosial antara usia 11-21 tahun. Sementara itu, menurut Kemenkes rentang usia remaja yaitu usia 10-18 tahun. Pada periode ini terdapat perubahan yang drastis di antaranya adalah kematangan seksual, penambahan massa tulang, perubahan komposisi tubuh, dan terjadinya growth spurt. Perubahan drastis yang terjadi pada periode ini menjadikan kebutuhan zat gizi remaja pun semakin tinggi. Kebiasaan makan remaja sangat dipengaruhi oleh teman sebaya, lingkungan, dan kegiatan di luar rumah.

### 11.3.1 Tumbuh kembang

Masa remaja merupakan masa pertumbuhan tercepat kedua setelah balita. Pada periode ini remaja mulai memasuki tahapan kematangan menjadi dewasa secara seksual yang dinamakan pubertas. Kondisi ini menjadikan penentuan kebutuhan gizi remaja sebaiknya mempertimbangkan tahapan pematangan seksual, selain usia biologis remaja. Remaja dengan usia yang sama, belum tentu memiliki

ukuran tubuh dan tingkat kematangan seksual yang sama pula, dan hal ini tentu saja dapat berpengaruh pada kebutuhan gizi setiap individu remaja.

Tingkat kematangan seksual remaja seringkali diukur menggunakan tahapan Tanner (Tanner, 1962) mulai dari tahap satu (pra puber) sampai dengan tahap lima (dewasa). Untuk remaja perempuan, tahapan kematangan seksual dinilai dari pertumbuhan payudara dan rambut kemaluan. Sementara untuk remaja laki-laki dinilai dari pertumbuhan organ kemaluan dan rambut kemaluan. Dengan mengetahui tahapan kematangan seksual, maka dapat diketahui puncak laju pertumbuhan yang merupakan puncak pemenuhan kebutuhan gizi. Puncak laju pertumbuhan anak perempuan biasanya dimulai lebih awal dibandingkan anak laki-laki yaitu pada usia 12-13 tahun dan pada anak laki-laki usia 15-16 tahun.

Pada masa remaja juga terjadi pertumbuhan tinggi badan, berat badan, dan akumulasi massa tulang yang cepat. Umumnya pada remaja laki-laki terjadi kenaikan tinggi badan sebesar 13,3 cm dan pada remaja perempuan sebesar 5,1-7,6 cm setelah haid pertama. Penambahan kenaikan tinggi badan ini berhenti pada usia 21 pada laki-laki dan usia 19 tahun pada anak perempuan. Namun, pertumbuhan massa tulang terus meningkat sampai dengan usia 25. Sementara itu, penambahan berat badan pada usia remaja dapat mencapai 50% berat ideal orang dewasa. Waktu, durasi, dan intensitas pertumbuhan remaja bervariasi antar individu.

Selain pertumbuhan fisik, pada periode ini juga terjadi perkembangan mental, emosional, dan sosial. Remaja dengan sadar menggunakan pikiran abstrak dan menerjemahkannya dalam pola pikir konkret yang dapat berdampak pada kemampuan remaja dalam menentukan pilihan makanannya.

### 11.3.2 Kebutuhan Energi dan Zat Gizi

Kebutuhan energi dan zat gizi remaja dipengaruhi oleh beberapa hal yang merupakan implikasi perubahan drastis yang terjadi pada periode ini, di antaranya adalah (1) tahap pubertas, (2) kebiasaan makan, (4) aktivitas fisik, dan (5) body image.

Perkembangan mental, emosional, sosial, dan intelektual yang terjadi pada masa remaja menjadikan remaja dapat mengembangkan sistem nilainya sendiri, remaja mulai menentukan pilihan makanan dan mengaitkannya dengan dampaknya terhadap kesehatan dan bentuk tubuh. Namun, disisi lain pengaruh lingkungan pada periode ini juga cukup tinggi, sehingga, apabila pengaruh

lingkungan tidak mendukung untuk pemilihan makan yang sehat, termasuk di dalamnya pengaruh promosi media, hal ini akan berdampak pada terbentuknya kebiasaan makan yang buruk seperti kesukaan berlebihan terhadap makanan empty calorie. Makanan empty calories yaitu makanan minim zat gizi namun memiliki kalori yang tinggi seperti makanan/minuman manis, asin, berlemak, sebagai contoh adalah minuman kopi kekinian, minuman berkarbonasi, keripik, es krim dan lain-lain.

Kebutuhan energi remaja juga digunakan untuk mendukung aktivitas fisik di luar rumah yang semakin meningkat seperti berolahraga, bermain, dan bersosialisasi. Namun, perkembangan yang terjadi saat ini, remaja lebih sering membatasi aktivitas fisik diluar rumah dan cenderung menggunakan gawai dan permainan yang bersifat online sehingga dapat memicu risiko kegemukan atau obesitas. Pada periode ini juga, remaja mulai mengembangkan gambaran (image) tentang bentuk tubuh dirinya dengan teman sepermainan dan atau idolanya yang dianggap sempurna. Hal ini berimplikasi pada remaja perempuan yang cenderung membatasi asupan berbagai makanan yang dapat menambah berat badan, dan remaja laki-laki cenderung mengonsumsi banyak protein karena menginginkan bentuk tubuh yang atletis. Adapun kebutuhan energi dan zat gizi remaja yang dianjurkan per orang per hari disajikan dalam Tabel 11.2 sebagai berikut.

**Tabel 11.2:** Angka Kecukupan Gizi (AKG) remaja yang dianjurkan (per orang per hari)

Zat gizi	Laki-laki			Perempuan		
	10-12 tahun	13-15 tahun	16-18 tahun	10-12 tahun	13-15 tahun	16-18 tahun
Energi (kcal)	2.000	2.400	2.650	1900	2050	2100
Protein (g)	50	70	75	55	65	65
Lemak (g)	65	80	85	65	70	70
Karbohidrat (g)	300	350	400	280	300	300
Serat (g)	28	34	37	27	29	29
Air (ml)	1.850	2.100	2.300	1.850	2.100	2.150
Vitamin A (RE)	600	600	700	600	600	600
Vitamin D (mcg)	15	15	15	15	15	15
Vitamin E (mcg)	11	15	15	15	15	15

Zat gizi	Laki-laki			Perempuan		
	10-12 tahun	13-15 tahun	16-18 tahun	10-12 tahun	13-15 tahun	16-18 tahun
Vitamin K (mcg)	35	55	55	35	55	55
Vitamin B1 (mg)	1,1	1,2	1,2	1,0	1,1	1,1
Vitamin B2 (mg)	1,3	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0
Vitamin B3 (mg)	12	16	16	12	14	14
Vitamin B5 (mg)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Vitamin B6 (mg)	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
Folat (mcg)	400	400	400	400	400	400
Vitamin B12 (mcg)	3,5	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0
Biotin (mcg)	20	25	30	20	25	30
Kolin (mg)	375	550	550	375	400	425
Vitamin C (mg)	50	75	90	50	65	75

Sumber: Angka Kecukupan Gizi, 2019 (Permenkes No. 28 Tahun 2019)

### 11.3.3 Prinsip Pemberian Makan

Remaja seringkali membatasi asupan makanan dengan cara melewatkan makan pagi dan atau makan malam. Beberapa alasan yang muncul di antaranya adalah tidak ada waktu, tidak berselera, dan khawatir menjadi gemuk. Oleh karena itu, remaja perlu pemahaman tentang pentingnya makan teratur yang bergizi seimbang (pagi, siang, dan malam, beserta 2x selingan) yang justru dapat menghindari berat badan berlebih atau obesitas.

Prinsip pemberian makan pada remaja di antaranya adalah (1) tingkatkan konsumsi sayur dan buah; (2) konsumsi tinggi protein; (3) Makan beranekaragam; (4) batasi konsumsi pangan manis, asin dan berlemak; (5) biasakan sarapan; (5) biasakan membawa bekal makanan dan air putih.

## 11.4 Gizi Dewasa

Usia dewasa merupakan tahapan kehidupan yang paling panjang dalam daur kehidupan manusia, yaitu rentang usia 19 hingga 64 tahun. Usia dewasa merupakan periode paling produktif sehingga memerlukan asupan zat gizi yang optimal untuk menunjang aktivitas sehari-hari. Kebiasaan makan, gaya hidup, dan pola aktivitas pada periode awal dewasa dapat menentukan kondisi kesehatan di masa periode dewasa lanjut. Kebutuhan zat gizi pada periode ini lebih difokuskan dalam rangka mencegah munculnya penyakit degeneratif seperti jantung koroner, stroke, diabetes, dan kanker.

### 11.4.1 Karakteristik

Berdasarkan Permenkes RI Nomor 28 tahun 2019, usia dewasa dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu (1) usia 19-29 tahun, (2) usia 30-49 tahun, dan (3) usia 50-64 tahun. Sementara itu, menurut (Brown, 2016) masa dewasa dibagi menjadi dewasa muda (usia 20-39 tahun), dewasa madya (usia 40-59 tahun), dan dewasa lanjut (> 60 tahun). Pada kelompok usia muda identik dengan kehidupan yang bebas, mulai meniti karir, memulai hubungan dengan lawan jenis, mulai berkeluarga, dan terlibat dalam berbagai kegiatan kemasyarakatan. Pada kelompok usia dewasa madya identik dengan merawat anak dan remaja, karir yang mulai mapan, sulit mengatur jadwal makan, mulai merasakan berbagai gejala penyakit kronik, dan untuk sandwich generation dihadapkan pada berbagai dilema antara mengurus keluarga dan mengurus orangtua (multigeneration caregiver). Usia dewasa lanjut identik dengan periode pensiun, mulai banyak meluangkan waktu untuk hal-hal yang disenangi, merasa kesepian, dan mulai menjaga pilihan makan dan gaya hidup terutama yang memiliki penyakit kronik.

Saat usia dewasa, pertumbuhan sudah tidak terjadi lagi dan mencapai keseimbangan statis. Kebutuhan gizi lebih banyak diperlukan untuk pemeliharaan jaringan dan perkembangan psikososial. Pada periode ini, fungsi tubuh telah berkembang secara sempurna termasuk kematangan seksual dan berdampak pada kemampuan reproduksi yang berbeda antara laki-laki dan perempuan. Kemampuan reproduksi pada laki-laki mencapai usia 70 tahun, sementara pada wanita hanya mencapai 50 tahun (menopause).

## 11.4.2 Kebutuhan Energi dan Zat Gizi

Kebutuhan energi dewasa pada usia 19-29 tahun lebih tinggi dibandingkan dengan dewasa usia 30-49 dan 50-64 tahun. Kebutuhan energi pada laki-laki berturut-turut adalah 2.650, 2.550, dan 2.150, sementara pada perempuan berturut-turut adalah 2.250, 2.150, dan 1.800 (Kemenkes, 2019). Penurunan energi ini dikarenakan dewasa usia 19-29 tahun cenderung lebih banyak melakukan aktivitas fisik sehingga membutuhkan energi yang lebih tinggi dibandingkan kelompok usia dewasa lainnya.

Pada periode ini, usia dewasa harus mulai mengurangi konsumsi lemak dan kolesterol, terutama lemak jenuh. Angka kecukupan lemak pada laki-laki dewasa usia 19-29 tahun, 30-49 tahun, dan 50-64 berturut-turut adalah 75 g, 70 g, dan 60 g. Sementara pada perempuan adalah 65 g, 60 g, dan 50 g. Penurunan angka kecukupan gizi ini dikaitkan dengan upaya untuk menjaga kesehatan dan terhindar dari berbagai penyakit kronik seperti jantung koroner, stroke, dan kanker. Kebutuhan vitamin dan mineral usia dewasa dapat dipenuhi dengan menerapkan konsumsi pangan yang beragam, bergizi, dan seimbang.

**Tabel 11.3:** Angka Kecukupan Gizi (AKG) remaja yang dianjurkan (per orang per hari)

Zat gizi	Laki-laki			Perempuan		
	19-29 tahun	30-49 tahun	50-64 tahun	19-29 tahun	30-49 tahun	50-64 tahun
Energi (kkal)	2.650	2.550	2.150	2.250	2.150	1.800
Protein (g)	65	65	65	60	60	60
Lemak (g)	75	70	60	65	60	50
Karbohidrat (g)	430	415	340	360	340	280
Serat (g)	37	36	30	32	30	25
Air (ml)	2.500	2.500	2.500	2.350	2.350	2.350
Vitamin A (RE)	650	650	650	600	600	600
Vitamin D (mcg)	15	15	15	15	15	15
Vitamin E (mcg)	15	15	15	15	15	15
Vitamin K (mcg)	65	65	65	55	55	55
Vitamin B1 (mg)	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
Vitamin B2 (mg)	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1
Vitamin B3 (mg)	16	16	16	14	14	14
Vitamin B5 (mg)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Vitamin B6 (mg)	1,3	1,3	1,7	1,3	1,3	1,5
Folat (mcg)	400	400	400	400	400	400

Zat gizi	Laki-laki			Perempuan		
	19-29 tahun	30-49 tahun	50-64 tahun	19-29 tahun	30-49 tahun	50-64 tahun
Vitamin B12 (mcg)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Biotin (mcg)	30	30	30	30	30	30
Kolin (mg)	550	550	550	425	425	425
Vitamin C (mg)	90	90	90	75	75	75

### 11.4.3 Prinsip Pemberian Makan

Prinsip pemberian makan pada usia dewasa lebih menekankan kepada pilihan pangan yang dapat meningkatkan kesehatan dan mendukung sistem organ berfungsi optimal selama proses penuaan. Usia dewasa disarankan untuk senantiasa mengonsumsi lebih banyak buah, sayur, kacang-kacangan, umbi-umbian, ikan, telur, produk daging tanpa lemak. Selain itu, usia dewasa juga perlu memilih jenis lemak baik yang dikonsumsi yaitu asam lemak esensial tak jenuh tunggal & omega-3, produk susu rendah lemak, & produk makanan fermentasi. Melakukan aktivitas fisik secara teratur juga menjadi hal penting yang dilakukan oleh usia dewasa agar terhindar dari kelebihan berat badan dan atau obesitas yang dapat memicu penyakit degenartif lainnya seperti diabetes, hipertensi, jantung koroner dan lain-lain.

# **Bab 12**

## **Penyakit Gizi Salah**

### **12.1 Pendahuluan**

Gizi adalah faktor penting dalam pemeliharaan kesehatan yang baik dan dapat menjadi kontributor dalam risiko terbentuknya penyakit kronis. Penyakit gizi salah atau malnutrisi saat ini menjadi salah satu tantangan pelayanan kesehatan di seluruh dunia. Malnutrisi sendiri dapat dideskripsikan sebagai kondisi keseluruhan dari status gizi yang buruk, baik undernutrition atau overnutrition dari makronutrien dan mikronutrien. Malnutrisi sangat berkaitan erat dengan peningkatan biaya terjait pelayanan kesehatan meliputi biaya perawatan di rumah sakit dan biaya pengobatan untuk komplikasi. Indonesia saat ini sedang menghadapi double burden nutrition problem atau masalah gizi ganda, di mana sebagian masyarakat mengalami kekurangan gizi sedangkan sebagian masyarakat mengalami kelebihan gizi. Kedua masalah ini memiliki dampak signifikan pada kehidupan kedepan seseorang karena hal ini menyebabkan perubahan fisiologis dan meningkatkan kemungkinan terbentuknya penyakit komplikasi akibat pemasalahan malnutrisi.

## 12.2 Marasmus

Marasmus adalah salah satu jenis gizi buruk akut akibat kekurangan energi dari karbohidrat yang ditandai dengan muscular wasting. Marasmus dapat terjadi karena adanya ketidakcukupan asupan makan yang berlangsung terus menerus dalam rentang waktu bulan dan tahun. Hal ini berdampak pada respon adaptif fisiologi tubuh terhadap kondisi kelaparan sebagai mekanisme pertahanan terhadap kekurangan energi. Marasmus biasa dikarakteristikan sebagai pembongkaran jaringan tubuh besar-besaran sehingga terjadi penurunan massa otot dan jaringan lemak yang biasa disebut sebagai wasting, dan biasanya akan berujung pada penurunan kemampuan mengasup makanan karena ketidakmampuan organ pencernaan melakukan metabolisme dengan baik. Anak dibawah lima tahun seringkali mengalami marasmus karena peningkatan kebutuhan gizi tidak disertai peningkatan asupan makan karena penolakan makanan (picky eater). Selain itu faktor yang sering terlibat dalam terjadinya marasmus adalah kerentanan tubuh anak terhadap infeksi. Seringkali anak ketika mengalami infeksi, akan mengalami ketidaknafsuan untuk makan karena anak rewel. Hal ini membuat anak mengalami penurunan berat badan yang signifikan.



**Gambar 12.1:** Karakteristik Anak Marasmus

(<https://arali2008.wordpress.com/2011/07/16/masalah-gizi-buruk-dan-tanda-tanda-klinisnya/>)

Anak marasmus biasanya akan terlihat sangat kurus kering, lemah dan letargis, terkadang juga disertai dengan bradikardia, hipotensi, dan hipotermia. Kulit anak mengalami xerosis (kering dan mudah rusak), terlihat seperti orang tua dengan kerutan, dan terlihat hanya seperti tulang berbalut kulit karena kehilangan masa otot dan lemak subkutan. Muskular wasting biasanya mulai terlihat pada bagian axilla (lengan atas) dan groin (pangkal paha). Pada tahap awal atau grade 1 biasanya belum terlalu terlihat tanda dari luar, namun mulai terlihat kurus. Pada tahap kedua atau grade 2 muscular wasting biasanya mengarah pada bagian paha dan pantat yang seringkali disebut dengan baggy pants. Pada grade 3 muscular wasting akan mengarah pada perut dan dada di mana mulai akan terlihat tulang dada. Pada tahap akhir atau grade 4 muscular wasting mengarah pada bagian wajah sehingga menyebabkan mata cowong, muka terlihat tua, dan terlihat berkeriput. Selain penampakan fisik, pada anak dengan kondisi marasmus parah seringkali menjadi apatis, mudah marah, sensitif secara emosional, dan sulit dikendalikan (Grover dan Ee, 2009; Batool et al., 2015).

Asupan energi terutama dari karbohidrat yang tidak adekuat akan membawa pada sejumlah adaptasi fisiologis, termasuk pembatasan pertumbuhan, penurunan massa lemak, otot, dan viseral, penurunan basal metabolic rate, dan penurunan total energy expenditure. Perubahan biokimia pada marasmus meliputi perubahan metabolik, hormonal, dan mekanisme glukoregulatori. Hormon yang paling terpengaruh adalah hormone tiroid, insulin, dan growth hormone (GH). Perubahan hormonal ini termasuk penurunan kadar triiodotiroksin (T3), insulin, insulin-like growth factor-1 (IGF-1), dan peningkatan kadar GH dan kortisol (Grover dan Ee, 2009). Kadar glukosa pada awalnya akan mengalami penurunan, sehingga tubuh akan melakukan pembongkaran simpanan glikogen. Pada tahap awal akan terjadi gluconeogenesis yang cepat dengan efek penurunan massa otot skeletal dikarenakan penggunaan asam amino, piruvat, dan laktat untuk memproduksi glukosa. Pada tahap lanjutan akan terjadi konversi protein dengan memobilisasi lemak dengan cara lipolysis dan ketogenesis (Chowdhury et al., 2008; Ferdous et al., 2009; Batool et al., 2015). Disamping itu, sejumlah elektrolit akan mengalami perubahan metabolisme seperti retensi natrium dan deplesi kalium intraseluler yang menyebabkan penurunan aktivitas pompa sodium terikat glikosida yang sensitif energi untuk meningkatkan permeabilitas sel membran (Batool et al., 2015).

Sistem organ akan mengalami penurunan yang beragam karena terjadinya marasmus sebagai malnutrisi akut. Fungsi yang paling terpengaruh adalah system imunitas karena terjadinya atrofi pada sel thymus, limfa nodi, dan tonsil. Hal ini akan menyebabkan penurunan kemampuan diferensiasi limfosit CD4 dengan CD8-T normal, penurunan hipersensitivitas, penurunan kemampuan fagositosis, dan penurunan secretory immunoglobulin A (sIgA). Hal ini berdampak pada infeksi invasif yang mungkin terjadi akan meningkat baik infeksi saluran kencing, infeksi gastrointestigal, sepsis, dan lainnya (Grover dan Ee, 2009; Fischer Walker et al., 2012; Batool et al., 2015).

Vili-vili usus akan mengalami atrofi akibat rendahnya disakarida, hypoplasia crypt, dan perubahan permeabilitas usus yang akan menyebabkan malabsorpsi. Selain itu karena rendahnya asupan karbohidrat, maka akan terjadi ketidakseimbangan mikrobiota usus atau biasa disebut disbiosis karena terjadi pertumbuhan yang tidak terkendali sejumlah bakteri pathogen. Kondisi disbiosis bersama dengan atrofi pankreas berujung pada malabsorpsi lemak dan infiltrasi lemak dari hati. Metabolisme obat juga akan mengalami penurunan karena rendahnya albumin plasma dan penurunan fraksi glikoprotein yang bertanggungjawab dalam pengikatan obat-obatan (Grover dan Ee, 2009; Oshikoya, Sammons dan Choonara, 2010).

Miofibril jantung pada anak dengan marasmus biasanya mengalami penipisan sehingga mengalami penurunan kontraktilitas. Output jantung akan menurun secara proporsional sesuai dengan banyaknya berat badan yang hilang. Bradikardia dan hipotensi akan terjadi sebagai imbas dari penurunan kapasitas jantung. Kombinasi antara bradikardia, penurunan kontraktilitas jantung, dan ketidakseimbangan elektrolit akan mengarah padea aritmia. Penurunan masa otot toraks (dada), penurunan metabolic rate, dan ketidakseimbangan elektrolit (hipokalemia dan hipopospatemia) akan menyebabkan penurunan ventilasi per menit dan penurunan respon ventilator dan berakhir pada hipoksia (Grover and Ee, 2009; Fischer Walker et al., 2012). Dampak lain yang dapat terjadi pada anak dengan marasmus adalah penurunan jumlah neuron, sinaps, arborisasi dentritik, dan myelinasi yang menyebabkan penurunan ukuran otak. Korteks serebral menipis dan pertumbuhan otak melambat. Hal ini menyebabkan perlambatan fungsi global, fungsi motorik, dan memori yang sifatnya irreversible setelah usia 3-4 tahun (Georgieff, 2007; Koletzko, 2015).

Penanganan primer anak dengan marasmus di antaranya pemberian konseling pada orang tua, maksimalisasi pemberian ASI, dan pemberian makanan pendamping ASI yang tepat (intervensi gizi spesifik). Idealnya anak dengan

marasmus harus menerima 25 kkal/kg per hari melebihi jumlah kalori yang diterima anak seusianya. Selain itu makanan harus mengandung tinggi sumber protein hewani, kaya akan asam lemak dan sejumlah mikronutrien seperti vitamin A, zat besi, dan zink (Bhutta et al., 2013; WHO, 2013; Koletzko, 2015).

Anak dengan marasmus tanpa komplikasi dapat diterapi dalam komunitas dengan memberikan ready to use therapeutic food (yang terdiri dari pasta kacang, susu bubuk, minyak sayur, dan mineral dan vitamin mix sesuai rekomendasi WHO). Anak marasmus dengan komplikasi dan masih memiliki nafsu makan maka akan diterapi di rumah sakit dengan pemberian ready to use therapeutic food. Pada anak dengan komplikasi (sebagai contoh dengan diare parah, hipoglikemia, hipotermia, pneumonia, infeksi saluran kencing, sepsis, dan lainnya) akan membutuhkan waktu lebih lama dalam perawatan di rumah sakit (Koletzko, 2015).

Terapi anak dengan marasmus terbagi menjadi tiga tahap yakni tahap stabilisasi, tahap transisi, dan tahap rehabilitasi. Pada tahap stabilisasi, akan dilakukan terapi hipoglikemia dengan memberikan glukosa baik per oral maupun per intravena jika anak dalam kondisi letargi, tidak sadar, atau convulsi. Selain itu akan dilakukan juga terapi hipotermia, terapi syok, terapi dehidrasi (sangat dianjurkan menggunakan cairan rehidrasi untuk malnutrisi berupa resomal 5 mL/kg berat badan secara oral maupun nasogastric tube setiap 30 menit untuk 2 jam pertama, kemudian 5-10 mL/kg/jam untuk 10 jam berikutnya), serta penanganan infeksi dengan pemberian antibiotik, setelah itu baru dimulai pemberian makan secara berkala. Pemberian makan harus dimulai sesegera mungkin dengan makanan berbasis susu berupa formula WHO F-75 yang mengandung 75 kkal/100 mL dan 0,9 g protein/100 mL. Jika kondisi anak mulai mengalami perbaikan, maka dapat ditingkatkan statusnya ke tahap transisi dengan pemberian formula WHO F-100 yang mengandung 100 kkal per 100 mL dan 2,9 g protein per 100 mL. Pada tahap akhir yakni tahap rehabilitasi, akan ditingkatkan asupan makannya menggunakan formula WHO F-150 yang mengandung 150 kkal per 100 mL (WHO, 2013).

Dalam terapi marasmus, salah satu hal yang perlu menjadi perhatian adalah kemungkinan terjadi refeeding syndrome. Refeeding syndrome terjadi karena ketersediaan glukosa yang tinggi sedangkan kemampuan anak untuk mencerna masih terbatas. Sehingga akan terjadi penghambatan gluconeogenesis dan lonjakan kadar insulin. Hal ini akan menyebabkan influx intraseluler secara cepat untuk sejumlah mikromineral seperti potassium, magnesium, dan fosfat. Hal ini bisa ditandai dengan keringat yang berlebih, kelemahan otot, takikardi,

dan kegagalan jantung. Hal ini bisa diatasi dengan menghindari memberikan karbohidrat dengan dosis terlalu tinggi terlalu cepat, suplementasi fosfat, dan tiamin selama masa pemberian makanan awal. Selain itu perlu juga diperhatikan apakah ada perubahan serum fosfat, potasium, dan magnesium. Apabila catch-up growth anak sudah tercapai, maka asupan makanan dapat ditingkatkan hingga lebih dari 150 kkal/kg/hari (Bhutta et al., 2008; Grover dan Ee, 2009).

Disamping memberikan terapi gizi spesifik, dibutuhkan juga gizi sensitif berupa peningkatan daya beli makanan (ketahanan pangan), penyediaan air bersih, hygiene sanitasi yang memadai, pendidikan calon ibu dan remaja perempuan, dalam lainnya. Intervensi ini perlu diimplementasikan dalam skala komunitas (Stanga et al., 2008; Koletzko, 2015).

## 12.3 Obesitas

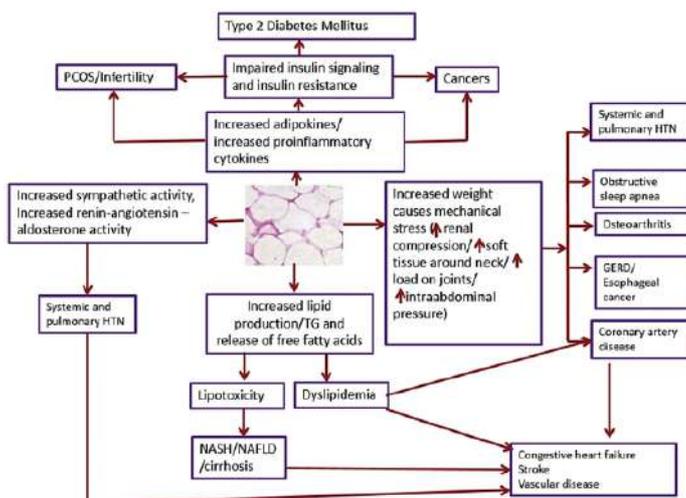
Dalam 50 tahun terakhir, obesitas telah menjadi masalah kesehatan masyarakat yang berimbas pada penurunan kualitas kehidupan, peningkatan risiko kesakitan, dan peningkatan biaya pelayanan kesehatan di seluruh dunia (Scully, 2014). Pengukuran obesitas biasanya dilakukan dengan menggunakan indeks massa tubuh (IMT) di mana berat badan dalam kg dibagi dengan tinggi badan dalam meter kuadrat. Untuk orang asia apabila angkanya berada di angka 25 kg/m<sup>2</sup> keatas, maka dapat dikategorikan sebagai obesitas. Indeks massa tubuh memiliki korelasi dengan persentase lemak dalam tubuh (Gallagher et al., 2000). Selain mengukur IMT, dapat pula dilakukan pengukuran rasio lingkaran pinggang panggul. Kedua variabel ini adalah predictor yang kuat untuk memprediksi risiko terbentuknya risiko penyakit seperti diabetes mellitus, penyakit kardiovaskuler, kanker, kelainan musculoskeletal, apnea, dan depresi. Hingga saat ini ada lebih dari 300 juta orang di seluruh dunia yang memiliki IMT lebih dari 30 kg/m<sup>2</sup> (Ashwell, Gunn dan Gibson, 2012; Cerhan et al., 2014).

**Tabel 12.1:** Klasifikasi Indeks Massa Tubuh (Gallagher et al., 2000)

Klasifikasi	WHO	Asia Pasifik
Underweight	<18,5	< 18,5
Normal	18,5 – 24,9	18,5 – 22,9
Overweight (Pre obese)	25 – 29,9	23 – 24,9
Obesitas	≥ 30	≥ 25

Manajemen obesitas adalah salah satu manajemen medis yang mahal karena biasa dibarengi dengan sejumlah penyakit degeneratif yang seringkali muncul

seiring dengan perkembangan obesitas. Biaya rumah sakit akan meningkat seiring dengan penambahan ukuran IMT (Tsai, Williamson dan Glick, 2011; Cawley dan Meyerhoefer, 2012; Finkelstein, Graham dan Malhotra, 2014; Bray et al., 2016). Obesitas memiliki banyak faktor yang dapat memengaruhi di antaranya faktor genetik, epigenetik, fisiologis, perilaku, sosiokultural, dan faktor lingkungan (termasuk status social ekonomi, kebiasaan kerja, kebiasaan makan, desain tata kota, hingga kebijakan publik) yang merujuk pada ketidakseimbangan antara peningkatan asupan energi dan penurunan energy expenditure. Selain itu kurangnya tidur, disrupsi endokrin, merokok, penggunaan obat tertentu, usia orang tua ketika mengandung yang sudah lanjut, dan efek intrauterine dan intergenerasi dilaporkan memiliki kontribusi pada epidemic obesitas (Keith et al., 2006; Janesick, Shioda and Blumberg, 2014).



**Gambar 12.2:** Patofisiologi Penyakit Komorbid yang Bisa Terjadi Terkait Obesitas (Upadhyay et al., 2018)

Banyak gen yang berkaitan dengan obesitas salah satunya adalah gen terkait massa lemak dan obesitas (FTO – Fat Mass and Obesity Associated Genes). Terdapat kurang lebih 200 jenis single gene mutation yang berhubungan dengan obesitas. Sebagai contoh mutasi pada leptin atau pada reseptor leptin dan reseptor melanocortin-4. Kejadian obesitas juga terkait dengan sejumlah penyakit atau kelainan yang disebabkan oleh genetik. Sebagai contoh WAGR (Wilms tumor, aniridia, genitourinary anomalies, dan mental retardation), Prader-Willi, Bardet Biedl, dan sindrom Cohen. Selain itu juga terdapat

beberapa genetik yang menyebabkan anomali neuroendokrin yang terkait dengan obesitas seperti hipotiroid, Cushing disease, Pseudohipoparatiroid, defisiensi growth hormon, atau PCOS (Ho dan MacKenzie, 1999; Farooqi et al., 2002; Farooqi dan O'Rahilly, 2005; Albuquerque et al., 2015; Cooke dan Llewellyn, 2016; M. S. Bray et al., 2016; Bjørnland et al., 2017).

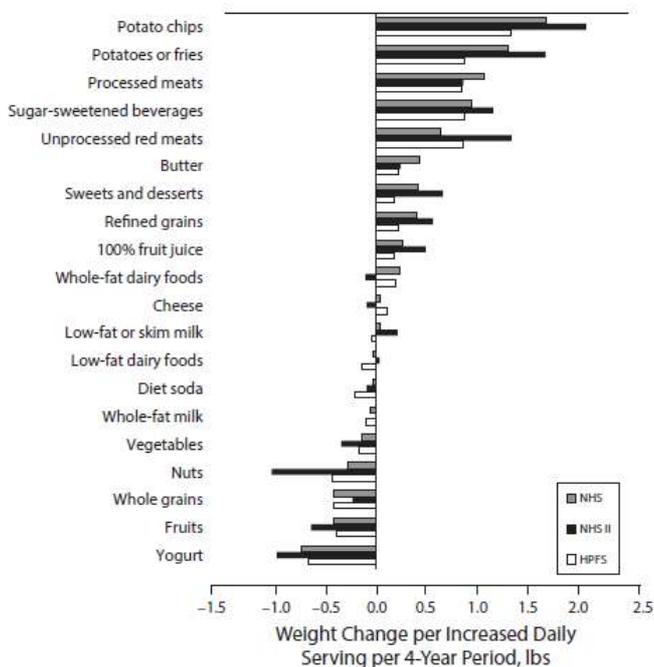
Dalam manajemen obesitas terdapat beberapa hal yang dapat diintervensi di antaranya perubahan gaya hidup, modifikasi diet, peningkatan aktivitas fisik, penggunaan obat tertentu, dan pada sejumlah kasus diperlukan langkah operatif. Sebagai langkah preventif pencegahan terbentuknya penyakit degenerative, sangat dianjurkan untuk orang dengan obesitas dan faktor risiko penyakit kardiovaskuler untuk melakukan perubahan gaya hidup. Salah satu yang paling besar dampaknya adalah modifikasi diet. Untuk target pertama akan dilakukan penurunan total energy 500 kkal/hari dibawah kebutuhan harian atau dengan memberikan total kalori sekitar 1200-1500 kkal/hari untuk perempuan atau 1500-1800 kkal/hari untuk laki-laki (terutama untuk orang dengan berat badan lebih dari 150 kg) (Appel et al., 1997; Siervo et al., 2015).

Sejumlah diet populer dipercaya dapat memiliki efek penurunan berat badan yang signifikan pada kasus obesitas dalam waktu yang singkat. Adapun diet populer tersebut menggunakan prinsip rendah lemak, rendah karbohidrat atau tinggi protein, rendah indeks glikemik, dan restriksi kalori. Sebuah meta analisis menunjukkan diet rendah karbohidrat sama efektifnya dengan diet rendah lemak dalam hal menurunkan berat badan dan memperbaiki faktor risiko metabolik (Hu et al., 2012). Sebuah meta analisis yang membahas tentang diet mediteranian, salah satu diet yang juga populer pada kasus obesitas juga menunjukkan adanya hubungan signifikan dalam penurunan berat badan dan BMI serta penurunan HbA1C, glukosa puasa, dan insulin puasa sehingga menurunkan risiko penyakit kardiovaskuler (Huo et al., 2015).

Diet rendah glikemik load dan rendah indeks glikemik pada orang obesitas ternyata juga dapat menurunkan secara signifikan resisten insulin atau marker terkait penyakit kardiovaskuler (Sacks et al., 2014). Selain itu berdasarkan meta analisis diketahui diet rendah indeks glikemik pada orang dengan obesitas dapat menurunkan secara signifikan masa lemak bebas yang mengarah pada penurunan berat badan (Schwingshack dan Hoffmann, 2013). Diet restriksi kalori dengan kalori antara 200-800 kkal/hari pada pasien obesitas juga menunjukkan penurunan berat badan yang cepat disertai penurunan massa lemak. Selain itu diet ini juga dapat membantu menormalkan gula darah pada orang obesitas dengan diabetes tipe 2 (NICE, 2006; Tsai dan Wadden, 2006).

Namun penurunan jumlah asupan kalori perlu dilakukan dibawah pengawasan dokter dan ahli gizi karena penurunan berat badan yang sangat cepat dapat berdampak pada fungsi organ.

Dalam manajemen diet yang juga penting adalah pembilahan bahan makanan. Pada orang obesitas yang perlu dihindari adalah konsumsi sumber gula, garam, dan minyak berlebihan. Selain itu peningkatan jumlah asupan lemak jenuh dan trans fat terbukti berhubungan dengan peningkatan berat badan. Salah satu yang direkomendasikan untuk menurunkan berat badan adalah konsumsi serat pangan terutama dari sayur, buah, dan sereal. Banyaknya makanan dengan kandungan gula tersembunyi seperti jus kemasan, kopi, dan berbagai macam snack yang tanpa disadari berkontribusi pada peningkatan berat badan (Mozaffarian et al., 2011).



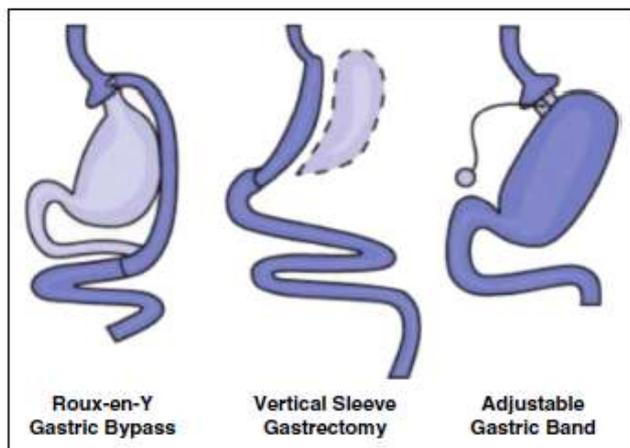
**Gambar 12.3:** Hubungan Konsumsi Makanan Tertentu Terhadap Perubahan Berat Badan (Mozaffarian et al., 2011)

Peningkatan aktivitas fisik adalah komponen penting dalam intervensi gaya hidup pada manajemen obesitas. Rekomendasi aktivitas fisik adalah lebih dari

150 menit per minggu (setara dengan lebih dari 30 menit per hari minimal 5 hari setiap minggu) (NICE, 2006; Jakicic et al., 2013; Bray et al., 2016). Aktivitas fisik diketahui memiliki efek signifikan pada penurunan berat badan (Scottish Intercollegiate Guidelines Network, 2010). Meta analisis menunjukkan aktivitas fisik yang memadai (30-45 menit per hari) dapat mencegah terjadinya obesitas dan dalam waktu lama berat badan akan lebih stabil (NICE, 2006; Wu et al., 2009). Jenis olahraga tidak terlalu berdampak pada penurunan berat badan, namun aktivitas fisik yang intensif dengan komitmen waktu yang stabil akan memberikan efek yang lebih baik (Scottish Intercollegiate Guidelines Network, 2010; Ross, Stotz dan Lam, 2015).

Dalam manajemen obesitas juga seringkali diberikan farmakoterapi untuk memaksimalkan penurunan berat badan (untuk pasien obesitas dengan target lebih dari 5% dari berat badan). Adapun pemberian obat-obatan baru akan diberikan pada orang dengan IMT lebih dari 27 kg/m<sup>2</sup> dengan satu atau lebih komorbid atau pada yang memiliki IMT lebih dari 30 kg/m<sup>2</sup> dengan atau tanpa kelainan metabosme. Adapun obat yang diberikan bertujuan untuk merubah kebiasaan makan dan meningkatkan efek deficit energy sehingga penurunan berat badan bisa dimaksimalkan hingga mencapai 5% dari berat badan semula. Obat yang dapat diberikan pada pasien obesitas meliputi phentermine 15-30 mg per oral (simpatomimetik), orlistat 120 mg per oral (inhibitor lipase pankreas), lorcaserin 10 mg per oral (agonis serotonin), phentermine/topiramate ER 7,5 mg/46 mg per oral (simpatomimetik anticonvulsant), naltrexone SR/bupropion SR 32 mg/360 per oral (antagonis reseptor opioid), atau liraglutide 3 mg per injeksi (agonis GLP-1 reseptor) (NICE, 2006; Ryan dan Heaner, 2014; Apovian et al., 2015).

Pada kasus obesitas morbid yang sangat parah, prosedur operatif seringkali menjadi pilihan. Adapun prosedur operatif ini disebut operasi bariatric di mana pada tindakan ini dilakukan pemotongan atau pengikatan sebagian porsi lambung sehingga lebih sedikit makan yang dapat masuk ke dalam lambung dan menimbulkan rasa kenyang yang lebih awal. Tindakan operatif biasanya baru dilakukan apabila pasien memiliki IMT lebih dari 30 kg/m<sup>2</sup> (32, 100, 101). Salah satu concern dalam tindakan operatif ini adalah adanya kemungkinan defisiensi vitamin dan mineral karena kurang maksimalnya proses pencernaan. Sehingga dibutuhkan penambahan suplemen sejumlah vitamin dan mineral (NICE, 2006; Fried et al., 2013; Frühbeck, 2015).



**Gambar 12.4:** Tipe Operasi Bariatric (Alamuddin, Bakizada dan Wadden, 2016)

## 12.4 Sindroma Metabolik

Sindroma metabolik adalah kumpulan faktor risiko yang menjadi pencetus terjadinya penyakit kardiovaskuler atherosclerosis dan diabetes mellitus tipe 2. Adapun sindroma metabolik terdiri dari lima faktor di antaranya terjadinya dislipidemia aterogenik, peningkatan tekanan darah, disglukemia, kondisi pro trombotik, dan kondisi pro inflamatori. Kejadian sindroma metabolik paling sering terjadi pada kondisi obesitas. Dislipidemia aterogenik terdiri dari peningkatan kadar trigliserida plasma dan apolipoprotein B (Apo B) dan penurunan *high-density lipoprotein* (HDL). Peningkatan tekanan darah meliputi prehipertensi dan hipertensi tingkat 1 hingga 2. Disglukemia juga meliputi prediabetes dan diabetes. Kondisi pro trombotik dapat dilihat dari abnormalitas faktor koagulasi platelet darah. Sedangkan keadaan pro inflamasi dapat dilihat dari sejumlah biomarker yang menjadi mediator yang menandai tingkat kerusakan jaringan atau seluler (Grundy, 2007).

**Tabel 12.2:** Kriteria Sindroma Metabolik (Elabbassi and Haddad, 2005)

<b>WHO 1999 minimal 3 kriteria berikut :</b>	<b>NCEP (National Cholesterol Education Program) ATP3 2005 minimal 3 kriteria berikut :</b>	<b>IDF (International Diabetes Federation) 2006 minimal 3 kriteria berikut :</b>
GDP > 6,1 mmol/L (110 mg/dL), GD2JPP > 7,8 mmol/L (140 mg/dL) (wajib dan disertai minimal 2 tanda lain)	GDP > 5,6 mmol/L (110 mg/dL) atau mendapatkan obat terapi penurunan gula darah	GDP > 5,6 mmol/L (110 mg/dL) atau mendapat diagnosis diabetes
HDL < 0,9 mmol/L (35 mg/dL) untuk laki-laki dan HDL < 1,0 mmol/L (40 mg/dL) untuk perempuan	HDL < 1,0 mmol/L (40 mg/dL) untuk laki-laki dan HDL < 1,3 mmol/L (50 mg/dL) untuk perempuan atau mendapat obat terapi untuk HDL-C	HDL < 1,0 mmol/L (40 mg/dL) untuk laki-laki dan HDL < 1,3 mmol/L (50 mg/dL) untuk perempuan atau mendapat obat terapi untuk HDL-C
Trigliserida > 1,7 mmol/L (150 mg/dL)	Trigliserida > 1,7 mmol/L (150 mg/dL) atau mendapat obat terapi penurunan trigliserida	Trigliserida > 1,7 mmol/L (150 mg/dL) atau mendapat obat terapi penurunan trigliserida
RLPP > 0,9 (laki-laki) atau RLPP > 0,85 (perempuan) atau IMT > 30 kg/m <sup>2</sup>	Lingkar pinggang > 102 cm (laki-laki) atau lingkar pinggang > 88 cm untuk perempuan	Lingkar pinggang > 94 cm (laki-laki) atau > 80 cm (perempuan) (wajib dan disertai minimal 2 tanda lain)
Tekanan darah > 140/90 mmHg	Tekanan darah > 130/85 atau mendapatkan obat penurun tekanan darah	Tekanan darah > 130/85 atau mendapatkan obat penurun tekanan darah

Salah satu tanda sindroma metabolik adalah obesitas sentral yang ditandai dengan peningkatan lingkaran pinggang lebih dari 102 cm pada laki-laki dan lebih dari 88 cm pada perempuan. Orang dengan obesitas sentral memiliki massa lemak yang lebih tinggi pada daerah intraperitoneal (lemak visceral) dan subkutan. Peningkatan massa lemak visceral dan subkutan (lemak ektopik) berkaitan erat dengan tingginya asam lemak non ester pada plasma dan kejadian resisten insulin. Kejadian obesitas juga berkorelasi dengan tingginya kadar trigliserida dalam darah. Penumpukan jaringan adiposa berkontribusi pada terbentuknya adipokines yang menjadi faktor risiko metabolik di antaranya adiponektin, interleukin 6, tumor nekrosis faktor alfa (TNF-alpha), resistin, leptin, angiotensi, dan plasminogen aktivator inhibitor-1 (PAI-1) (Kelley et al., 2000; Berg dan Scherer, 2005; Després, 2006; Lehr, Hartwig dan Sell, 2012; Lee, Wu dan Fried, 2013; Tchernof dan Després, 2013; Karpe dan Pinnick, 2015).

Tanda sindroma metabolik kedua adalah adanya peningkatan trigliserida lebih dari 150 mg/dL (1,7 mmol/L) dan penurunan HDL-C kurang dari 40 mg/dL (1,0 mmol/L) pada laki-laki dan < 50 mg/dL (1,3 mmol/L) pada perempuan. Kedua biomarker ini menjadi penanda terjadinya dislipidemia aterogenik. Tanda lain yang juga bisa menandakan sindroma metabolik adalah tingginya kadar lipoprotein Apo B yang menjadi penyebab utama terbentuknya aterosklerosis yang berujung pada penyakit kardiovaskuler (Abbaspour, Hurrell dan Kelishadi, 2014).

Peningkatan tekanan darah juga menjadi komponen dari sindroma metabolik. Adapun batas dikatakan tinggi apabila tekanan darah sistolik lebih dari 130 dan diastolik lebih dari 85 mmHg atau dapat juga tekanan darah dikatakan tinggi apabila ada riwayat penggunaan obat anti hipertensi. Tekanan darah tinggi bisa berkaitan dengan kejadian obesitas dan peningkatan reabsorpsi natrium di ginjal sebagai akibat dari resisten insulin. Selain itu peningkatan tekanan darah dapat terjadi karena peningkatan volume intravaskuler, aktivasi sisten renin angiotensin aldosteron, dan sistem saraf simpatis, pelepasan angiotensin dari jaringan adiposa, serta resistensi insulin (Reaven, 1991; Hall, 2000).

Sindroma metabolik yang seringkali tidak terdeteksi adalah hiperglikemia. Adapun tanda hiperglikemia ditandai dengan peningkatan gula darah puasa 100-125 mg/dL atau gula darah 2 jam setelah makan (2JPP) 140-199 mg/dL (prediabetes) atau gula darah puasa lebih dari 126 mg/dL atau gula darah 2 jam setelah makan lebih dari 200 mg/dL (diabetes). Penyebab utama terjadinya hiperglikemia adalah karena resisten insulin. Ketika sel beta pankreas tidak mampu lagi mentolerir kadar glukosa darah maka akan diproduksi banyak insulin. Ketika insulin tidak lagi peka dan mampu menurunkan kadar glukosa maka akan timbul masalah hiperglikemia yang menjadi salah satu tanda dari sindroma metabolik. Adanya hiperglikemia juga tampak dari adanya tanda klinis seperti penyakit ginjal kronis dan diabetes retinopati (Cameron et al., 2001).

Keadaan pro inflamasi sekarang telah menjadi salah satu tanda penyakit metabolik sehingga dimasukkan dalam sindroma metabolik. Kondisi obesitas dan tingginya kadar lemak dalam tubuh menyebabkan peningkatan sejumlah penanda inflamasi seperti C-reactive protein (CRP). Sitotkin yang dilepaskan oleh jaringan lemak dapat menyebabkan resistensi insulin pada otot skeletal, perubahan aksis pituitari-adrenal, dan dapat meningkatkan kehilangan sel beta pankreas. Dalam kondisi aterosklerosis, adanya sitokin dapat menyebabkan plak mengalami ruptur dan menyebabkan kejadian penyakit kardiovaskuler akut.

Kondisi pro trombotik juga penting untuk diketahui karena ada kaitannya dengan disfungsi endotelial, peningkatan koagulasi, penurunan fibrinolisis, dan disfungsi platelet yang dapat menyebabkan penyakit kardiovaskuler. Adapun penanda yang bisa dilihat adalah peningkatan kadar inhibitor plasminogen aktivator tipe 1, tissue factor, fibrinogen, dan aktivitas faktor VIII. Orang dengan sindroma metabolik akan mengalami peningkatan reaktivitas platelet dan penurunan respon antiplatelet terhadap aspirin sehingga memiliki risiko lebih tinggi terhadap trombosis vena (Jones dan Kennedy, 1993; Libby, Ridker dan Maseri, 2002; Khera et al., 2009; Tam et al., 2010; Wieser, Moschen dan Tilg, 2013; Laugerette et al., 2020).

Penanganan metabolik sindrom pada umumnya hampir sama dengan penanganan pada obesitas yakni melakukan perubahan gaya hidup seperti restriksi kalori, meningkatkan kualitas makanan, dan meningkatkan aktivitas fisik. Disamping itu diperlukan penanganan pada dislipidemia aterogenik, pengendalian tekanan darah, manajemen hiperglikemia, dan penurunan kondisi pro trombotik (Hoyas dan Leon-Sanz, 2019).

**Tabel 12.3:** Perbaikan Sindroma Metabolik dengan Pola Diet

Pola Diet	Dampak kesehatan						
	↓ risiko diabetes	↓ HbA1C	↓ Trigliserida	↓ CVD	↓ berat badan	↓ LDL-C / HDL-C	↓ Tekanan Darah
Rendah lemak	X				X		
Sangat rendah lemak					X		X
Rendah karbohidrat		X			X	X	X
Sangat rendah karbohidrat		X	X		X	X	X
Diet mediterania	X	X	X	X			
Diet DASH	X				X		X
Vegetarian atau vegan	X	X			X	X	
Diet Paleo	Kurang Bukti						
Diet zona (40-30-30)	Kurang Bukti				X	Kurang Bukti	
Diet nordic	X			X	X		

Catatan : X : menandakan cukup bukti yang menunjukkan dampak menguntungkan (Cheuvront, 2003; Mithril et al., 2012; Uusitupa et al., 2013; Fenton and Fenton, 2016; Hoyas and Leon-Sanz, 2019).

Dalam penanganan dislipidemia atherogenik, pertama akan dilakukan terapi statin untuk menurunkan kadar lipoprotein Apo B (LDL dan VLDL). Terapi untuk menurunkan non-HDL-C sampai kurang dari 70 mg/dL yang paling sering digunakan adalah dengan menggunakan atorvastatin 80 mg atau rosuvastatin 20-40 mg. Untuk pasien yang tidak dapat menerima statin terlalu tinggi dapat diberikan ezetimibe bersama dengan statin dosis lebih rendah (atorvastatin 10 mg, rosuvastatin 5 mg, simvastatin 20 mg, atau jenis statin lain). Langkah kedua yang perlu dilakukan adalah menurunkan kadar trigliserida dalam darah dengan menggunakan niacin dan fibrates (Grundty, 2016).

Untuk mengontrol tekanan darah pada pasien dengan sindroma metabolik yang paling utama adalah restriksi kalori. Selain restriksi kalori, memodifikasi komposisi diet juga dapat menurunkan tekanan darah. Salah satu modifikasi diet yang sering digunakan untuk menurunkan tekanan darah adalah DASH diet. Diet ini mengandung elektrolit dengan jumlah yang lebih sedikit, menggunakan restriksi kalori, dan menurunkan asupan lemak jenuh. Selain DASH diet, diet mediteranian juga ramai digunakan pada pasien hipertensi karena kandungan lemak tidak jenuhnya yang lebih tinggi. Selain modifikasi diet, untuk pasien dengan tekanan darah yang sangat tinggi atau dengan komorbid lain akan direkomendasikan untuk mengkonsumsi obat anti hipertensi seperti ACE inhibitor atau ARB. Kedua obat ini menjadi terapi utama yang diberikan karena tidak memicu terjadinya resistensi insulin. Selain itu pasien hipertensi juga bisa diberikan beta-1 receptor blockers (atenolol dan metoprolol) atau thiazide diuretic namun obat ini dapat memicu terjadinya resistensi insulin. Pilihan obat lain yang bisa diberikan juga adalah calcium channel blocker atau angiotensin II receptor antagonist (telmisartin) di mana diketahui obat ini memiliki efek proteksi kardio (Lithell, 1996; Carey et al., 2005; Fitchett, 2009; Standl, Erbach dan Schnell, 2012; Hikmat dan Appel, 2014).

Dalam manajemen hiperglikemia tujuan utama yang perlu diperhatikan adalah pencegahan konversi dari prediabetes menjadi diabetes. Dalam mencapai tujuan tersebut yang perlu dilakukan adalah menurunkan 10% berat badan dan meningkatkan aktivitas fisik moderat setidaknya 150 menit per minggu. Selain itu pemberian terapi metformin juga dapat membantu memperlambat konversi prediabetes menjadi diabetes terutama untuk pasien dengan risiko tinggi. Sebagai alternatif penggunaan obat-obatan dapat pula dilakukan operasi

bariatrik untuk mengontrol hiperglikemia. Untuk memperbaiki kondisi pro trombotik dapat menggunakan restriksi kalori dan penurunan berat badan. Obat yang biasa digunakan untuk mencegah pro trombotik adalah aspirin (Forces, 2009; Pignone et al., 2010; Goldstein et al., 2011; ADA, 2014).

## 12.5 Diabetes Melitus

Diabetes mellitus adalah salah satu kelompok penyakit metabolik yang dikarakteristikan dengan tingginya kadar gula darah (hiperglikemia) dan disebabkan karena insufisiensi atau resistensi insulin total atau sebagian. Dampak dari diabetes melitus akibat hiperglikemia yang tidak terkontrol sangat beragam mulai dari komplikasi mikrovaskular seperti diabetes retinopati, atau makrovaskular seperti stroke, infark miokard, dan sebagainya. Diabetes melitus bersifat irreversibel, atau tidak dapat disembuhkan. Yang dapat dilakukan oleh pasien yang menderita diabetes melitus adalah memperlambat progresivitasnya supaya tidak terjadi komplikasi yang tidak diinginkan.

Diabetes sendiri dapat diklasifikasikan menjadi beberapa golongan di antaranya diabetes tipe 1, diabetes tipe 2, diabetes gestasional, atau diabetes tipe lainnya. Diabetes tipe 1 biasanya mulai terjadi pada anak-anak di mana terjadi kerusakan sel beta pankreas yang utamanya terjadi akibat mekanisme inflamasi autoimun. Penanda serum autoimun seperti autoantibodi sel islet dan autoantibodi terhadap asam glutamat karboksilase (GAD), insulin, tirosin fosfatasi 1A-2 dan 1A-2beta dan zink transporter ZnT8. Kerusakan ini biasanya mengarah pada defisiensi insulin dengan kadar peptida plasma C yang tidak terdeteksi (ADA, 2018).

Diabetes tipe 2 berbeda dengan tipe 1 di mana biasanya terjadi pada golongan dewasa hingga lanjut usia yang merupakan imbas dari hiperglikemia yang tidak terkontrol akibat kelainan metabolisme yang menyebabkan disfungsi sel beta pankreas dan menyebabkan resistensi insulin. Resistensi insulin dapat disebabkan oleh banyak hal di antaranya hipertensi, obesitas, sindrom ovarium polikistik (PCOS), dan lainnya. Berbeda dengan dua tipe diabetes sebelumnya, diabetes gestasional biasa terjadi hanya pada ibu yang sedang hamil. Diabetes gestasional terjadi karena intoleransi karbohidrat dan dapat menyebabkan outcome kehamilan yang bermasalah seperti makrosomia atau ukuran bayi yang besar. Selain itu orang yang pernah mengalami diabetes gestasional memiliki risiko terjadi diabetes tipe 2 di usia lanjut. Namun biasanya diabetes gestasional akan menghilang setelah bayi dilahirkan.

Adapun diabetes tipe lain disebabkan karena penyakit sekunder yang disebut MODY (Maturity-onset diabetes in youth) yang mana terjadi kekurangan aksi insulin atau orang dengan penyakit exocrine pankreas seperti pankreatitis, cystic fibrosis, orang dengan disfungsi endokrinopati seperti akromegali, dan orang dengan konsumsi obat tertentu yang menyebabkan disfungsi pankreas, adanya keracunan zat kimia, infeksi dan lainnya.

Diabetes melitus memiliki gejala yang hampir sama pada kedua tipe utama yakni terjadinya kehilangan berat badan yang signifikan, poliuria (banyak buang air kecil), polidipsi (banyak minum), polifagi (banyak makan), konstipasi, mudah lelah, mudah kram otot, pandangan kabur, dan kadang beberapa orang mengalami kandidiasis. Seseorang dikatakan mengalami diabetes melitus apabila diketahui konsentrasi kadar gula darah acak lebih dari 11,1 mmol/L dengan ditemukannya sejumlah tanda klinis dari hiperglikemia seperti polidipsi, poliuria, dan penurunan berat badan yang signifikan di mana hal ini menandakan terjadinya defisiensi insulin. Selain itu diabetes melitus dapat ditegakkan diagnosisnya apabila kadar glukosa plasma puasa (lebih dari 8 jam tidak mengasup kalori) lebih besar dari 7,0 mmol/L (126 mg/dL), gula darah 2 jam setelah makan (di mana makanan yang diberikan setara dengan 75 g glukosa anhidrat yang dicampurkan dengan air) lebih besar dari 11,1 mmol/L (200 mg/dL) dan HbA1C (hemoglobin terglikosilasi) lebih besar dari 48 mmol/mol (6,5%) (The Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus, 2002).

Salah satu tujuan utama manajemen diabetes melitus adalah pencegahan keparahan penyakit sehingga memperlambat terjadinya komplikasi jangka panjang dengan kontrol hiperglikemia. Hal pertama yang perlu dilakukan adalah memonitor kadar gula darah secara berkala dan memeriksa HbA1C secara berkala setiap 6 bulan. Memonitor kadar gula darah penting karena jika terjadi hipoglikemi maka akan menyebabkan penurunan kesadaran, kelemahan, dan meningkatkan risiko kerusakan otak. Untuk itu perlu diperhatikan kadar gula darah berada pada rentang yang tepat.

Terapi farmakologi diberikan sesuai kecenderungan penyakit diabetes. Pemberian terapi farmakologi bertujuan untuk menurunkan sekresi insulin dari sel beta pankreas, meningkatkan sekresi glukagon dari sel alfa pankreas, meningkatkan produksi glukosa hepatic, mengobati disfungsi neurotransmitter dan resistensi insulin di otak, meningkatkan lipolisis, meningkatkan reabsorpsi glukosa di ginjal, menurunkan efek inkretin pada usus kecil dan menurunkan

uptake glukosa di jaringan perifer seperti otot skeletal, hati, dan jaringan adiposa (Chatterjee and Davies, 2015).

Untuk menangani hiperglikemia tahap awal pada pasien diabetes, maka intervensi yang tepat adalah memberikan diet yang tepat, perubahan gaya hidup menjadi lebih sehat (baik dengan meningkatkan aktivitas fisik dan pemilihan bahan makanan yang tepat) dan memberikan metformin. Apabila diperlukan dapat diberikan sulfonilurea jika simptomatik atau metformin tidak dapat diterima. Untuk membantu mencapai target HbA1C dalam 3 bulan, maka dapat diberikan dual terapi berupa metformin dan sulfonilurea, atau metformin dan ploglitazone, atau metformin dan DPP-IV inhibitor, atau metformin dan GLP-1 reseptor agonis, atau metformin dan SGLT-2 inhibitor, atau metformin dan insulin basal. Apabila target dalam 3 bulan tidak tercapai, maka terapi dapat diberikan dengan tiga kombinasi seperti metformin, sulfonilurea, dan ploglitazone, atau jenis lainnya sesuai kapasitas dan kemampuan pasien.

Peningkatan aktivitas fisik diketahui dapat membantu meningkatkan sensitivitas insulin. Sebelum pemberian insulin secara berkala pada pasien diabetes melitus, maka akan diupayakan terlebih dahulu untuk meningkatkan aktivitas fisik. Meningkatkan kontraksi otot skeletal juga diketahui dapat membanruk uptake glukosa ke dalam sel sehingga glukosa dalam peredaran darah tidak terlalu tinggi. Selain itu aliran darah juga dapat meningkat sehingga proses transportasi glukosa ke seluruh tubuh dapat lebih baik. Selain itu aktivitas fisik juga dapat membantu menurunkan lemak intra abdomen yang dapat menyebabkan resistensi insulin. Dengan demikian tumpukan jaringan adiposa dapat diturunkan.

Selain aktivitas fisik, pemberian diet yang tepat juga dapat membantu mengatur gula darah dan sensitivitas insulin. Sejumlah makanan diketahui dapat menurunkan sensitivitas insulin seperti konsumsi gula sederhana seperti *high fructose corn syrup* dan *soft drink*, tinggi garam dan MSG, serta makanan tinggi asam lemak trans seperti dari mentega. Sedangkan makanan tinggi serat seperti sayur buah yang memiliki indeks glikemik rendah justru mampu meningkatkan sensitivitas insulin (Sami et al., 2015).

**Tabel 12.4:** Pengaruh Komponen Diet Terhadap Sensitivitas Insulin (Sami et al., 2015)

<b>Komponen Diet</b>	<b>Sensitivitas Insulin</b>
Total asam lemak (>40%)	(-)
Asam lemak tidak jenuh rantai ganda (PUFA)	(-)
Asam lemak trans	(-)
Asam lemak tidak jenuh rantai tunggal (MUFA)	(+)
Serat dari sereal	(+)
Indeks glikemik rendah	(+)
Alkohol	(+)
Garam	(-)
Gula sederhana (>20%)	(-)
Asam linoleat terkonjugasi	(-)



# Bab 13

## Gizi dan Sosial Budaya Gizi

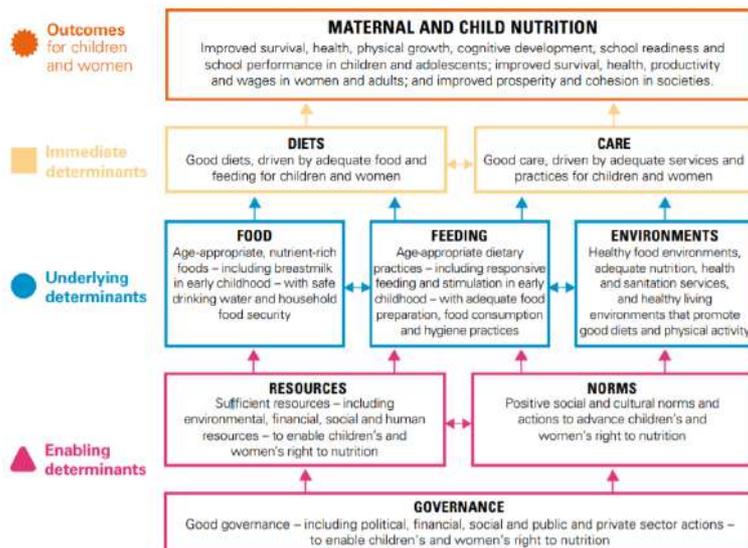
### 13.1 Pendahuluan

Gizi diketahui memiliki peran penting dan menjadi indikator kemajuan suatu negara. Gizi menjadi salah satu tolak ukur dalam Sustainable Development Goals (SDGS). Dalam beberapa tujuan SDGS, erat kaitannya dengan status gizi masyarakat. Khususnya pada tujuan pertama (Zero Hunger), tujuan ketiga (Good Health and Well-being), dan tujuan keenam (Clean Water and Sanitation) (Clark et al., 2020). Berbagai penyakit akibat defisiensi zat gizi terus terjadi pada berbagai negara berkembang, terutama pada wilayah perdesaan. Hal ini diikuti juga dengan meningkatnya sejumlah penyakit kronik yang berkaitan dengan pola makan dan obesitas. Situasi tersebut tidak hanya terjadi pada negara maju tetapi juga pada negara berkembang (Shetty, 2002).

Tren masalah gizi pada balita makin hari makin mengkhawatirkan pada berbagai negara ditingkat global. Bahkan masalah gizi pada wilayah sub sahara afrika sudah memasuki status darurat. Prevalensi underweight pada anak pra sekolah makin kian meningkat dan diperparah dengan minimnya strategi kebijakan pemerintah guna menurunkan angka tersebut (den Hartog, van Staveren and Brouwer, 2006). Prevalensi underweight pada negara – negara wilayah sub sahara afrika disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya meningkatnya angka kemiskinan, meningkatnya prevalensi penderia

HIV/AIDS, konflik sosial, dan menurunnya produksi pertanian yang memukul kondisi ekonomi di wilayah tersebut (SCN, 2004)

Masalah gizi adalah masalah yang disebabkan oleh berbagai faktor dan dimensi sektoral. UNICEF pada tahun 1990 telah menggambarkan kerangka konsep penyebab masalah gizi balita pada negara berkembang. Kerangka tersebut kemudian berkembang sebagai berikut



**Gambar 13.1.** Kerangka konsep Faktor – Faktor yang Memengaruhi Status Gizi Ibu dan Anak (UNICEF, 2020)

Berdasarkan gambar 13.1 diketahui bahwa status gizi ibu dan akan dipengaruhi oleh pola makan dan pola asuh, keduanya sebagai faktor langsung. Adapun faktor tidak langsung yang dikenal dengan istilah "underlying determinants". *Underlying determinant* terdiri dari food (yaitu pangan kaya akan zat gizi, contohnya ASI eksklusif, minum minuman aman dan sehat, ketahanan pangan rumah tangga), feeding (pola makan, termasuk pemberian makan bayi dan anak dengan zat gizi cukup dan pengelolaan yang aman dan sehat) dan environment (yaitu lingkungan pangan sehat, zat gizi adekuat, pelayanan kesehatan, dan lingkungan tempat tinggal sehat yang mengamalkan aktivitas fisik sehat dan pola makan gizi seimbang).

Underlying determinant dipengaruhi oleh sumber daya (resources) dan Norma (norma/aturan budaya setempat). Keduanya dikenal dengan enabling

determinant. Sumber daya yang dimaksud disini adalah kecukupan sumber daya berupa lingkungan, finansial, sumber daya sosial dan SDM. Semuanya menjadi faktor pendorong memenuhi hak asasi ibu dan anak dalam mendapatkan status gizi yang baik. Adapun Norma, yang dimaksud disini adalah norma budaya dan lingkungan sosial yang positif yang mampu mendukung hak ibu dan anak mendapatkan status gizi yang baik.

Pada bab ini, secara umum akan memberikan gambaran kaitan antaran gizi masyarakat dan budaya. Secara khusus akan mendeskripsikan tentang Food Culture, Food Avoidances atau Food Taboos, klasifikasi pangan, dan peran norma sosial terhadap pangan dalam kehidupan masyarakat

## 13.2 Gizi dan Budaya

### 13.2.1 Budaya Pangan

Sebelum mengetahui apa itu budaya pangan. Kita perlu mengetahui apa itu pangan, pangan bukan hanya sesuatu yang dimakan. Pangan adalah bagian yang menyatu dengan budaya suatu masyarakat, suatu wilayah bahkan suatu negara. Pangan adalah konsep yang cukup relatif, dinamis dan mengalami perkembangan. Pada tingkat global, manusia mengkonsumsi apapun yang sifatnya tidak merusak diri dan memberikan dampak bahaya pada kesehatan.

Ketika kita melihat lebih dekat dengan berbagai budaya, maka kita akan menemukan berbagai situasi yang berbeda satu budaya dengan budaya yang lain. Sebut saja serangga, bagi sebagian masyarakat, serangga adalah hewan yang tidak lazim dikonsumsi. Tetapi hal itu tidak berlaku di beberapa wilayah di Meksiko, Afrika dan Asia Tenggara, di mana serangga termasuk jenis pangan yang mereka konsumsi. Secara umum, serangga diketahui memang menjadi sumber protein yang baik dan murah. Secara taksonomi, serangga diketahui tidak jauh berbeda dengan udang yang menjadi makanan yang disukai oleh masyarakat Eropa (Shaxson, 1979). Di Meksiko, Serangga telah diperjualbelikan dalam berbagai kemasan seperti dalam bentuk sachet, kaleng dan toples. Dari segi nilai gizi, serangga memiliki rasa yang gurih, kaya protein, lemak dan vitamin B (Huis, 2003).

Pada dasarnya, suatu masyarakat cenderung mengkonsumsi setiap jenis makanan, apabila mereka tidak mengetahui jenis dan kandungannya. Ketika

mereka mengetahui sifat dan kandungan suatu pangan, maka keinginan untuk mengkonsumsi makanan tersebut akan dinilai berdasarkan budaya masyarakat yang berkembang.

Suatu kelompok masyarakat mengkonsumsi pangan tertentu jarang mempertimbangkan masalah kandungan energi dan zat gizinya. Pola makan dan pilihan makanan mereka, setidaknya ditentukan oleh empat faktor utama yang saling berkaitan (den Hartog, van Staveren and Brouwer, 2006)

1. Faktor geografis , misalnya kondisi iklim, dataran tinggi/rendah , perdesaan/ perkotaan, sumber daya produksi pangan, pengolahan pangan dan kemudahan transportasi
2. Faktor waktu. Waktu yang dimaksud disini adalah perkembangan sosial ekonomi masyarakat dari waktu ke waktu, apakah perubahan tersebut terjadi dalam waktu lama atau singkat, atau pengaruh budaya generasi sebelumnya terhadap pola makan yang dianut sekarang.
3. Faktor budaya. Budaya suatu masyarakat akan menentukan sikap mereka terhadap makanan tertentu. Terkait mana makanan yang boleh dan tidak boleh dimakan, makan dengan siapa, kapan dan di mana akan makan.
4. Selain tiga faktor diatas, maka faktor penting lainnya adalah akses suatu masyarakat atau rumah tangga dalam memperoleh makanan atau pangan tertentu. Akses pangan inilah yang menentukan asupan makanan seseorang secara nyata.

Perlu disadari bahwa perilaku makan seseorang boleh jadi berbeda dari perilaku makan yang berlaku secara umum yang telah dianut oleh sejumlah kelompok masyarakat yang lebih besar. Sebagai contoh, daging pada masyarakat di negara – negara maju sangat diutamakan untuk dikonsumsi, sayangnya jenis daging tertentu dihindari oleh sebagian kelompok atau populasi karena berbagai alasan budaya.

Dari paparan ini kita bisa menambah satu makna dari kebiasaan makan. Kebiasaan makan ternyata bisa diartikan ssebagai cara suatu masyarakat memilih pangan dan makanan, dan cara memanfaatkan pangan yang tersedia menurut norma sosial, budaya, status kesehatan, kondisi lingkungan dan kondisi ekonomi pada masyarakat tersebut.

## 13.2.2 Food Avoidances atau Food Taboos

Food Avoidances sering disebut sebagai makanan tabu di mana hal inilah yang menentukan jenis makanan apa yang dianggap dapat dimakan. Makanan tabu adalah suatu larangan mengkonsumsi jenis makanan tertentu. Kata "tabu" berasal dari bahasa Polinesia yang bermakna "suci" atau "terlarang" dan erat kaitannya dengan agama. Istilah ini mulai diperkenalkan dalam buku antropologi pertengahan abad ke 19 (Merlo, 1974)

Apabila dikaitkan dengan pangan dan gizi, maka "makanan tabu" tidak selalu dikaitkan dengan praktek agama tertentu. Tetapi boleh jadi erat hubungannya dengan ketidaktahuan, pilihan rasa yang ditentukan oleh budaya, atau konsep kesehatan yang mereka anut. Secara umum "food avoidance" lebih sesuai jika dikaitkan dengan ilmu pangan dan gizi.

### **Permanen Food Avoidance**

Permanen Food Avoidance adalah pelarangan makanan tertentu yang dilakukan oleh suatu kelompok atau masyarakat atau penganut kepercayaan tertentu. Salah satu contohnya adalah larangan daging babi dikonsumsi oleh penganut agama Islam. Di dalam ajaran agama Islam, daging babi merupakan salah satu pangan yang diharamkan (dilarang) dikonsumsi. Larangan tersebut tertuang dalam kitab Al Quran, kitab suci agama Islam. Selain daging babi, umat islam juga dilarang mengkonsumsi darah, hewan yang disembelih tidak sesuai ritual yang diperintahkan, bangkai dan (den Hartog, van Staveren and Brouwer, 2006)

Pantangan makanan (Food Avoidance) juga terjadi pada penganut agama hindu. Dalam agama mayoritas di India ini, pantang mengkonsumsi daging sapi. Umat hindu menganggap sapi adalah makhluk hidup yang dikeramatkan.

Sebagian ahli antropologi mengatakan bahwa pantangan makanan yang dianut oleh suatu kelompok terjadi karena makanan tersebut tidak termasuk dalam sistem pengelompokan makanan yang sudah baku (biasa) dalam kelompok tersebut.

Berbagai argumen dan pendapat telah ditelaah guna menjelaskan asal muasal adanya "food Avoidance". Para ahli antropologi menunjukkan bahwa ada alasan logis dan ekonomis yang mendasari adanya penolakan makanan tertentu (Harris and Harris, 1998). Daging babi yang diharamkan dikonsumsi oleh umat islam diketahui sebagai hewan pembawa penyakit atau host bagi parasit (Hussaini and Sakr, 1981). Beberapa jenis cacing diketahui terdapat pada babi, salah satunya adalah *Taenia solium* (Syukriya and Faridah, 2019). *Taenia*

solium apabila masuk kedalam sistem peredaran darah, akan berisiko menimbulkan penyakit Taeniasis. Taeniasis akan menimbulkan gangguan pada otak, hati, saraf tulang dan paru – paru (Gomez-Puerta, Garcia and Gonzalez, 2018) (Yulianto et al., 2015)

### **Temporary Food Avoidances**

Temporary Food Avoidances dipahami bahwa ada beberapa makanan yang dihindari pada jangka waktu tertentu. Aturan tersebut sering berlaku pada perempuan yang memasuki masa subur atau siklus reproduksi. Selain itu, pantangan makanan yang bersifat sementara ini, juga terjadi pada beberapa siklus kehidupan, seperti pada masa kehamilan, masa melahirkan, menyusui, dan pada bayi dan balita.

Pada sudut pandang ilmu gizi, pantangan makanan sementara ini sebenarnya sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan khususnya pada kelompok – kelompok berisiko seperti ibu hamil, ibu menyusui, bayi dan balita. Pembatasan makanan walaupun bersifat sementara pada kelompok – kelompok tersebut akan berisiko mengalami defisiensi zat gizi penting. Misalnya pada pembatasan mengkonsumsi makanan jenis daging, telur atau sayuran.

Pada sejumlah negara – negara Afrika melarang ibu hamil mengkonsumsi sayuran dan ikan. Alasannya karena anak yang belum lahir bisa tumbuh dan berkembang menyerupai bentuk ikan. Pantangan – pantangan seperti ini mungkin terlihat aneh dari sudut pandang ilmiah dan terlihat tidak logis. Ahli gizi dari negara Afrika Tengah pernah mengamati tentang asal muasal balita yang dilarang mengkonsumsi telur. Mereka (Ahli gizi) mendapatkan penjelasan dari para tokoh masyarakat desa bahwa ada keyakinan bahwa balita dan anak kecil perlu menghindari telur karena para leluhur mereka prihatin dengan anak – anak yang mencari telur ayam dengan mengusir induk ayam sehingga mengurangi ketersediaan ayam dan telur pada desa tersebut.

Pantangan makan sementara juga terjadi pada kegiatan ibadah puasa. Baik yang dilakukan oleh penganut agama Islam maupun pada penganut agama Kristen. Pada kepercayaan agama Kristen, puasa dilakukan pada hari jumat dan prapaskah ( dari hari rabu sampai sabtu suci). Pada rentang waktu tersebut mereka pantang untuk mengkonsumsi daging. Pada penganut agama Islam, larangan mengkonsumsi makanan apapun terjadi pada bulan Ramadhan, yang dikenal sebagai bulan puasa. Puasa bagi kaum muslimin dilakukan dari matahari terbit hingga terbenam (Hussaini and Sakr, 1981)

### **Pergeseran Food Avoidance**

Pergerakan masyarakat yang sangat dinamis membuat terjadi pergeseran budaya dan kepercayaan, yang selanjutnya berdampak pada pantangan makanan yang diyakini sebelumnya. Migrasi dan akulturasi sosial telah membuat beberapa budaya dan kepercayaan kian menipis. Sebagai contoh pada kepercayaan orang Yahudi yang awalnya melarang mengkonsumsi babi, tetapi karena migrasi (pergeseran tempat) dan akulturasi budaya, maka sekarang kaum yahudi yang hidup di Eropa dan Amerika telah mengkonsumsi babi bahkan secara rutin dijadikan sebagai menu utama.

Contoh lain bisa kita saksikan di negara Inggris dan negara Eropa lain yang memegang tradisi Anglo-Saxon. Mereka menganggap daging kuda sebagai makanan yang bukan bagian budaya makanan mereka. Daging kuda dianggap tidak layak dikonsumsi di Eropa. Kepercayaan tersebut terjadi hingga pertengahan abad ke – 19. Tetapi kondisi ini berubah setelah seorang apoteker Francis memperkenalkan gagasan bahwa daging kuda layak dikonsumsi dan dari sudut pandang ilmiah tidak menimbulkan bahaya bagi status kesehatan seseorang. Kuda akhirnya menjadi pilihan sumber daging yang baik dan murah bagi kalangan kelas ekonomi menengah ke bawah di Perancis (Gade, 1976).

Pergeseran "Food Avoidance" juga biasa terjadi karena ketersediaannya yang menipis dan dipengaruhi oleh musim. Di Afrika Barat, para Penggembala di wilayah Fulani (Peul) dikenal dengan kepercayaan mereka yang menghindari konsumsi ikan (Simoons, 1994). Pada musim kemarau ketika para penggembala harus berpindah – pindah membawa ternaknya, dari Sabran Utara ke Sabana Selatan (dekat Sungai Niger), mereka terpaksa memakan ikan karena tidak ada pilihan makanan yang lain.

Status "darurat" seperti inilah yang juga berpengaruh dari pergeseran "Food Avoidance" ini. Pada beberapa daerah pedesaan di Afrika Barat mengumpulkan bahan makanan apa saja yang disebut dengan "Hungry Food". Hal ini terjadi pada wilayah yang hanya memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Hungry Food biasanya adalah makanan liar, tidak enak dan kurang menarik dilihat, bahkan sering dihindari. Tetapi warga desa setempat terpaksa mengkonsumsinya disituasi darurat (ketersediaan pangan mulai terbatas).

### 13.2.3 Pengelompokan Jenis Pangan

Ilmu gizi secara umum mengelompokkan jenis pangan kedalam beberapa jenis berdasarkan kandungan zat gizi dalam pangan tersebut. Seperti jenis pangan tinggi Karbohidrat, tinggi protein, pangan hewani, atau pangan sehat. Selain pengelompokan tersebut, ternyata masyarakat kita banyak yang melakukan pengelompokan secara tradisional dan dibuat berdasarkan "budaya" dan kebiasaan masyarakat tersebut.

Pada beberapa kelompok masyarakat di Filipina, mengelompokkan pangan mereka menjadi 3 kategori. Kategori pertama adalah pangan yang bertujuan menghilangkan rasa lapar, seperti nasi. Kategori kedua adalah bahan pangan yang mampu meningkatkan nafsu makan, seperti daging dan sayuran berdaun hijau. Kategori ketiga adalah bahan pangan pemberi cita rasa, seperti garam dan berica.

Beberapa budaya juga ada yang mengelompokkan pangan menjadi dua yaitu bahan pangan "panas" dan "dingin". Kedua kategori tersebut tidak berkaitan dengan suhu atau rasa. Tetapi lebih mengarah pada hubungannya dengan kesehatan dan fisik. Pengkategorian makanan panas dan dingin dapat ditemui pada beberapa negara di Amerika tengah dan Amerika Selatan, India, Sri Lanka dan sebagian wilayah Cina. Makanan panas dan dingin diketahui berhubungan erat dengan teori yang dijelaskan oleh Hipocrates, seorang filsuf dan dokter Yunani. Hipocrates berpendapat bahwa elemen makanan yang dimakan harus seimbang satu sama lain. Makanan panas harus seimbang dengan makanan dingin. Jika itu dilanggar, maka penyakit akan mudah muncul (den Hartog, van Staveren and Brouwer, 2006).

Alasan ini memang sulit dipahami utamanya orang dari luar masyarakat tersebut. Di Asia Tengah contohnya, makanan disajikan dalam bentuk panas atau dingin oleh sebagian besar etnis tertentu. Hal itu dijadikan sebagai obat atau sebagai pangan fungsional bernilai baik bagi kesehatan. Bedahalnya yang terjadi di wilayah perdesaan Meksiko. Mereka memulai makan dengan mengkonsumsi nasi (dingin), kemudian sup panas dan diakhiri dengan kacang hitam (panas). Pembagian makanan ini berasal dari pengobatan tradisional Spanyol dan telah menyatu dengan budaya asli Meksiko (Molony, 2010)

Pembagian jenis makanan juga bisa didasari dari kepercayaan agama. Dalam Al Quran (kitab suci agama Islam), dikelompokkan makanan itu menjadi dua yaitu makanan halal dan makanan haram. Halal artinya makanan tersebut diterima (diridoi) oleh Allah Subhana wa Ta'ala, sedangkan Haram artinya makanan

yang dilarang. Sebagian besar hewan itu halal untuk dimakan kecuali babi. Hewan tersebut dikatakan halal apabila disembelih secara benar menurut ajaran Islam (Hussaini and Sakr, 1981)

#### 13.2.4. Fungsi Sosial Makanan dalam Masyarakat

Makanan tidak hanya menjadi sumber energi bagi manusia untuk melakukan berbagai aktivitas dan kegiatan kehidupan sehari – hari, tetapi juga memiliki peran secara sosial. Di dalam masyarakat, makanan memiliki dua peran penting. Pertama sebagai fungsi kesehatan, kedua sebagai fungsi sosial. Fungsi sosial makanan di masyarakat memengaruhi cara penyajian makanan yang tersedia pada daerah atau lingkungan tersebut.

Fungsi sosial bisa dibedakan sebagai berikut :

##### 1. Fungsi gastronomi

Gastronomi berkaitan dengan kenikmatan dari makan dan minuman. Hal ini kurang disadari oleh orang – orang yang terjun dibidang pangan dan gizi. Sifat organoleptik dari makanan berpengaruh pada daya terima dari makanan tersebut. Kenikmatan makanan ditentukan oleh beberapa variabel, seperti rasa, bau, suhu, penyajian, struktur atau tekstur.

Kenikmatan yang diperoleh dari suatu makanan memiliki nilai psikologis dan budaya. Rasa dan tampilan makanan berbeda dari satu daerah dengan daerah lain, atau dari setiap kelompok sosial ekonomi berbeda. Di negara – negara Eropa, mereka lebih suka jenis makanan yang lunak. Sebaliknya di Afrika, lebih suka mengunyah makanan (seperti mengunyah daging). Mengunyah dianggap cara yang tepat mendapatkan kepuasan rasa daging.

Pada banyak negara Asia yang mengkonsumsi beras, lebih menyukai cara pemasakan dengan direbus. Sebaliknya di negara lain seperti Italia, risotto (nasi) lebih disukai jika sedikit lengket.

##### 2. Identitas budaya

Makanan memberikan unsur identitas budaya pada suatu kelompok, masyarakat atau suatu bangsa. Tidak heran jika seseorang bisa cukup emosional jika menyinggung tentang makanan khas mereka. Penolakan pada makanan suatu negara tidak hanya dipandang sebagai pelanggaran, tetapi juga simbol penolakan seluruh budaya yang ada pada negara tersebut. Pada beberapa

masyarakat petani lokal di Meksiko, jagung diidentikkan sebagai sumber kehidupan dan bersifat religius. Di Afrika Barat dikenal Festival Yam, di mana memperkenalkan nasi atau ubi sebagai alat identitas masyarakat Afrika Barat.

Terkadang orang "luar" memberikan penamaan suatu bangsa dari ciri khas makanan mereka. Misalnya suku Eskimo, nama eskimo berarti pemakan daging mentah (den Hartog, van Staveren and Brouwer, 2006). Lain halnya dengan Belanda yang orang luar memberikan julukan kepala keju. Sebutan tersebut mengacu pada makanan khas Belanda yaitu keju.

Kini setiap negara berjuang mempertahankan makanan khas mereka ditengah kuatnya arus globalisasi. Hal ini terlihat dari meningkatnya minat masyarakat mempromosikan makanan lokal mereka. Makanan lokal juga kini mudah dijumpai pada daftar menu restoran – restoran besar, sebagai cara memperkenalkan kekhasan dan identitas mereka.

### 3. Fungsi Magis – Religius

Ada banyak simbol – simbol keagamaan yang berkaitan dengan makanan dan menarik untuk di dalam dimasyarakat (Kilara and Iya, 1992). Fungsi makanan dalam agama ini harus dipertimbangkan dalam pelaksanaan program intervensi gizi. Seperti pendidikan gizi atau pemberian bantuan makanan.

Makanan di dalam agama Islam dianggap sebagai anugerah. Sebelum makan, seorang muslim harus mengucapkan "bismillah" (dengan menyebut nama Allah). Setelah makan, mereka mengucapkan alhamdulillah (segala puji bagi Allah).

### 4. Alat komunikasi

Komunikasi yang baik bisa dimulai dengan menawarkan makanan pada tamu atau pengunjung yang datang kepada kita. Hal ini akan membuat mereka merasa nyaman dan membuka pintu komunikasi efektif. Makanan memainkan peran komunikasi yang signifikan ditengah masyarakat. Makanan menjadi salah satu cermin keramahan di lingkungan sosial kita.

Pada daerah perkotaan di mana semua anggota keluarga sibuk bekerja diluar rumah, maka makan malam bersama dijadikan sebagai wadah berkumpul dan memperbaharui komunikasi. Di Indonesia sendiri, "selamatan" menjadi cara komunikasi sosial yang mudah ditemui. Selamatan dilakukan sebagai cara bersyukur kepada Allah atas karunia yang didapatkan, kemudian menjamu

warga sekitar dengan menu makanan yang baik. Ritual berbagi makanan akan memperkuat ikatan sosial dan memelihara keharmonisan (Kistanto, 2016)

#### 5. Makanan sebagai Gambaran status sosial

Makanan menjadi indikator kekayaan dan status sosial. Sosiolog Perancis Pierre Bourdieu (1989) menyatakan bahwa cara pemilihan makanan seseorang merupakan cara mereka berbeda dengan kelompok masyarakat yang lain. Hal ini juga berlaku pada pemilihan pakaian dan perabotan rumah yang juga akan menunjukkan status sosial.

Makanan mulai menjadi "alat kesombongan sosial". Dan ini mudah ditemui pada setiap lapisan masyarakat. Makanan yang memiliki nilai prestise tinggi dan mahal biasanya disajikan pada jamuan – jamuan khusus. Globalisasi yang terjadi sekarang, turut mempermudah fenomena ini terjadi, di mana makanan olahan dari negara – negara industri banyak diimpor oleh negara – negara berkembang. Makanan olahan sendiri dinilai punya prestise tinggi di negara industri. Kondisi ini tentunya menimbulkan persaingan antara produk olahan industri dan makanan tradisional produk lokal.

#### 6. Makanan sebagai Alat kekuasaan.

Pangan dan bahan makanan bisa menjadi alat atau sarana memberikan pengaruh dan kekuasaan. Orang – orang atau kelompok tertentu yang menguasai rantai pasok pangan mulai dari ketersediaan sampai distribusinya dalam mengendalikan masyarakat. Situasi tersebut bisa ditemukan pada negara – negara konflik yang menjadikan makanan sebagai alat memanipulasi situasi. Misalnya makanan dijadikan untuk mendukung sekutu atau menahan bahan makanan dari lawan perang. Yugoslavia pada tahun 1990an pernah menelan pahitnya kondisi tersebut.

Pada tingkat rumah tangga, makanan bisa digunakan untuk mendapatkan pengaruh dan kekuasaan dalam rumah tangga tersebut. Orang yang mampu bertanggungjawab secara penuh terkait ketersediaan pangan rumah tangga, akan mendapatkan porsi kekuasaan lebih besar. Orangtua terkadang menjadikan makanan sebagai "reward" atas capaian anaknya, atau menahan makanan sebagai hukuman bagi anak yang melanggar aturan keluarga.

## 7. Makanan sebagai Alat Tukar

Sejak dahulu pangan atau bahan makanan dikenal sebagai alat tukar untuk mendapatkan bahan makanan lain atau barang lainnya. Pada masyarakat pastoral menukarkan hewan ternak mereka seperti sapi dan domba, dengan bahan sereal yang dimiliki masyarakat petani (den Hartog, van Staveren and Brouwer, 2006). Di Indonesia sendiri transaksi ini dikenal dengan sistem barter. Pada masyarakat Maluku ada yang disebut Namlai Kerne , suatu sistem kearifan lokal di mana Namlai Kerne (bahan olahan dari Ubi) bisa ditukar dengan bahan pangan lain (Ohleky, Pattiselanno and Kaplale, 2018). Sistem ini masih berlaku hingga sekarang dan menjadi faktor penting dalam sistem ketahanan pangan wilayah setempat.

# Daftar Pustaka

- (IOM) Institute of Medicine (2005) Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients) A Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses o.
- Abbaspour, N., Hurrell, R. and Kelishadi, R. (2014) 'Review On Iron and Its Importance for Human Health', *J. Res. Med. Sci*, 19(2), pp. 164–174.
- Adi, A. (2016) 'Karbohidrat.pdf', in Hardinsyah and Supariasa, I. (eds) *Ilmu Gizi Teori & Aplikasi*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Adriani, M., and Wijatmadi, B. (2012). 'Pengantar Gizi Masyarakat'. Jakarta: Kencana Predana Media Group.
- Agita, V.V. N., Widyastuti, and Nissa, C. (2018). 'Asupan Energi Cemilan, Durasi dan Kualitas Tidur Pada Remaja Obesitas dan Non Obesitas'. *Journal of Nutrition College*, 7(3): p147–154.
- Aguilera, A. A. et al. (2004) 'Effects of Fish Oil on Hypertension, Plasma Lipids, and Tumor Necrosis Factor- $\alpha$  in Rats with Sucrose-Induced Metabolic Syndrome', *Journal of Nutritional Biochemistry*, 15(6), pp. 350–357. doi: 10.1016/j.jnutbio.2003.12.008.
- Alamuddin, N., Bakizada, Z. and Wadden, T. A. (2016) 'Management of obesity', *Journal of Clinical Oncology*, 34(35), pp. 4295–4305. doi: 10.1200/JCO.2016.66.8806.
- Albuquerque, D. et al. (2015) 'Current review of genetics of human obesity: from molecular mechanisms to an evolutionary perspective', *Molecular*

- Genetics and Genomics, 290(4), pp. 1191–1221. doi: 10.1007/s00438-015-1015-9.
- Almatsier, S. (2009) Prinsip Dasar Ilmu Gizi. VII. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, S. & Soetardjo S, S. M., (2013). Gizi seimbang dalam daur kehidupan. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Almatsier, Sunita. (2009). Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Amanina, A. (2015). 'Hubungan Asupan Karbohidrat dan Serat dengan Kejadian Diabetes Mellitus Tipe 2 di Wilayah Kerja Puskesmas Purwasari'. Skripsi. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Apovian, C. M. et al. (2015) 'Pharmacological management of obesity: An endocrine society clinical practice guideline', *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 100(2), pp. 342–362. doi: 10.1210/jc.2014-3415.
- Appel, L. J. et al. (1997) 'a Clinical Trial of the Effects of Dietary Patterns on Blood Pressure', *The New England Journal of Medicine*, 336(16), pp. 1117–1124.
- Arwini, N. P. D. (2021) 'Roti, Pemilihan Bahan Dan Proses Pembuatan', *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, 4(1), hal. 33–40.
- Ashwell, M., Gunn, P. and Gibson, S. (2012) 'Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: Systematic review and meta-analysis', *Obesity Reviews*, 13(3), pp. 275–286. doi: 10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x.
- Asif, H. M. et al. (2011) 'Carbohydrates', *Journal of Biochemistry and Bioinformatics*, 1(February), pp. 001–005.
- Asila (2017) GAMBAR SISTEM PENCERNAAN & STRUKTUR VILUS. Available at: <http://blogertduniaku.blogspot.com/2017/01/gambar-sistem-pencernaan-struktur-vilus.html>.
- Association, A. D. (2014) 'Standards of medical care in diabetes-2014', *Diabetes Care*, 37(SUPPL.1), pp. 14–80. doi: 10.2337/dc14-S014.

- Association, A. D. (2018) 'Classification and diagnosis of diabetes: Standards of medical care in Diabetesd2018', *Diabetes Care*, 41(January), pp. S13–S27. doi: 10.2337/dc18-S002.
- Aufa, R. S. A., (2021). *Literature Review Hubungan Asupan Karbohidrat Dan Asupan Serat Dengan Kadar Glukosa Darah Pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2*. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Azaïs-Braesco, V. et al. (2017) 'A review of total & added sugar intakes and dietary sources in Europe', *Nutrition Journal*, 16(1), pp. 1–15. doi: 10.1186/s12937-016-0225-2.
- Azrimaidaliza et al. (2020) *Buku Ajar Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat*, Journal of Chemical Information and Modeling.
- Baculu, E. P.H., Juffrie, M. and Helmyati, S. (2016) 'Faktor risiko gizi buruk pada balita di Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah', *Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics)*, 3(1), p. 51. doi: 10.21927/ijnd.2015.3(1).51-59.
- Badan POM dan WHO. (2007). *Development of Recommendation for Food Labeling to Support the Reduction of Chronic Disease*. Jakarta.
- Badan POM. (2008). *Laporan Akhir Monitoring dan Verifikasi Profil Keamanan Pangan Jajanan Anak Sekolah (PJAS) Nasional Tahun 2008*. Direktorat Surveilans Penyuluhan Keamanan Pangan, Deputi Bidang PengawasanKeamanan Pangan dan Bahan Berbahaya. Jakarta.
- Batool, R. et al. (2015) 'Protein-Energy Malnutrition: A Risk Factor for Various Ailments', *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(2), pp. 242–253. doi: 10.1080/10408398.2011.651543.
- BeMiller, J. (2018) *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*. 3rd ed. USA: Woodhead Publishing and AACC International Press 2018.
- Berg, A. H. and Scherer, P. E. (2005) 'Adipose tissue, inflammation, and cardiovascular disease', *Circulation Research*, 96(9), pp. 939–949. doi: 10.1161/01.RES.0000163635.62927.34.
- Bhutta, Z. A. et al. (2008) 'What works? Interventions for maternal and child undernutrition and survival', *The Lancet*, 371(9610), pp. 417–440. doi: 10.1016/S0140-6736(07)61693-6.

- Bhutta, Z. A. et al. (2013) 'Evidence-based interventions for improvement of maternal and child nutrition: What can be done and at what cost?', *The Lancet*, 382(9890), pp. 452–477. doi: 10.1016/S0140-6736(13)60996-4.
- Binns, C. et al., (2020). Guidelines for Complementary Feeding of Infants in the Asia Pacific Region: APACPH Public Health Nutrition Group. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 32(4), pp. 179-187.
- Bjørnland, T. et al. (2017) 'Assessing gene-environment interaction effects of FTO, MC4R and lifestyle factors on obesity using an extreme phenotype sampling design: Results from the HUNT study', *PLoS ONE*, 12(4), pp. 1–16. doi: 10.1371/journal.pone.0175071.
- BKKBN, (2005). Modul Bina Keluarga Balita. Jakarta: Badan Koordinasi Keluarga Berencana Nasional .
- BKP (2019) Panduan Penyusunan Neraca Bahan Makanan. Pusat Ketersediaan dan Kerawanan Pangan, Badan Ketahanan Pangan, Kementerian Pertanian.
- Blanco, A. and Blanco, G. (2017) 'Carbohydrates', in *Medical Biochemistry*. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-803550-4.00004-5.
- Boehm, G. and Stahl, B. (2007) 'Oligosaccharides from Milk', *Journal of Nutrition*, 137(3), pp. 847S-849S. doi: 10.1093/jn/137.3.847s.
- Bray, G. A. et al. (2016) 'Management of obesity', *The Lancet*, 387(10031), pp. 1947–1956. doi: 10.1016/S0140-6736(16)00271-3.
- Bray, M. S. et al. (2016) 'NIH working group report - Using genomic information to guide weight management: From universal to precision treatment', *Obesity*, 24(1), pp. 14–22. doi: 10.1002/oby.21381.
- Brown, J., (2016). *Nutrition through the life cycle*. 6th Hrsg. Boston: Cengage Learning.
- Burke, L. M. et al. (2001) 'Guidelines for Daily Carbohydrate Intake Do Athletes Achieve Them?', 31(4), pp. 267–299.
- Buyken, A. E. et al. (2018) 'Dietary carbohydrates : a review of international recommendations and the methods used to derive them', *European Journal of Clinical Nutrition*, pp. 1625–1643. doi: 10.1038/s41430-017-0035-4.

- Cade, J. et al. (2002) 'Development, validation and utilisation of food-frequency questionnaires—a review', *Public health nutrition*. Cambridge University Press, 5(4), pp. 567–587.
- Caffall, K. H. and Mohnen, D. (2009) 'The Structure, Function, and Biosynthesis of Plant Cell Wall Pectic Polysaccharides', *Carbohydrate Research*, 344(14), pp. 1879–1900. doi: 10.1016/j.carres.2009.05.021.
- Cahayani, Y. A. (2018) Pengaruh Penambahan Brokoli Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Tingkat Kesukaan Mie. Universitas Mercu Buana Yogyakarta.
- Cameron, J. D., Danijela, M., Sigal R, J, Glen P. Kenny, Michael M. Borghese, Jean-Philippe Chaput, Angela S. Alberga, Gary S. Goldfield. (2016). 'The mediating role of energy intake on the relationship between screen time behaviour and body mass index in adolescents with obesity: The HEARTY study'. *Appetite*. 107, p. 437-444.
- Cameron, N. E. et al. (2001) 'Vascular factors and metabolic interactions in the pathogenesis of diabetic neuropathy', *Diabetologia*, 44(11), pp. 1973–1988. doi: 10.1007/s001250100001.
- Campbell, B. K. et al. (2010) 'The Effect of Monosaccharide Sugars and Pyruvate on the Differentiation and Metabolism of Sheep Granulosa Cells in Vitro', *Reproduction*, 140(4), pp. 541–550. doi: 10.1530/REP-10-0146.
- Carey, V. J. et al. (2005) 'Rationale and design of the optimal macro-nutrient intake heart trial to prevent heart disease (OMNI-Heart)', *Clinical Trials*, 2(6), pp. 529–537. doi: 10.1191/1740774505cn123oa.
- Cawley, J. and Meyerhoefer, C. (2012) 'The medical care costs of obesity: An instrumental variables approach', *Journal of Health Economics*, 31(1), pp. 219–230. doi: 10.1016/j.jhealeco.2011.10.003.
- Champe, P. and Harvey, R. (1994) *Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry*. Ed 2. Philadelphia: J.B. Lippincott Co.
- Charlebois, S. (2011) 'Food recalls, systemic causal factors and managerial implications: the case of Premiere Quality Foods', *British Food Journal*. Emerald Group Publishing Limited.
- Chatterjee, S. and Davies, M. J. (2015) 'Current management of diabetes mellitus and future directions in care', *Postgraduate Medical Journal*, 91(1081), pp. 612–621. doi: 10.1136/postgradmedj-2014-133200.

- Cheuvront, S. N. (2003) 'The Zone Diet Phenomenon: A Closer Look at the Science behind the Claims', *Journal of the American College of Nutrition*, 22(1), pp. 9–17. doi: 10.1080/07315724.2003.10719271.
- Chowdhury, M. S. I. et al. (2008) 'Serum total protein and albumin levels in different grades of protein energy malnutrition.', *J. Bangladesh Soc. Physiol.*, Dec(3), pp. 58–60.
- Clark, M. et al. (2020) 'The Role of Healthy Diets in Environmentally Sustainable Food Systems', *Food and Nutrition Bulletin*, 41(2\_suppl), pp. 31S–58S. doi: 10.1177/0379572120953734.
- Conway, J. M., Ingwersen, L. A. and Moshfegh, A. J. (2004) 'Accuracy of dietary recall using the USDA five-step multiple-pass method in men: an observational validation study', *Journal of the American Dietetic Association*. Elsevier, 104(4), pp. 595–603.
- Cooke, L. and Llewellyn, C. (2016) 'Nature and Nurture in Early Feeding Behavior', *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, 85, pp. 155–165. doi: 10.1159/000439507.
- Coppa, G. V. et al. (2006) 'Prebiotics in Human Milk: A Review', *Digestive and Liver Disease*, 38(SUPPL. 2), pp. 291–294. doi: 10.1016/S1590-8658(07)60013-9.
- Crispim, S. P. et al. (2006) 'The influence of education in the validation process of a food frequency questionnaire for adults in Viçosa, Minas Gerais, Brazil', *European journal of clinical nutrition*. Nature Publishing Group, 60(11), pp. 1311–1316.
- Cummings, J. H. and Stephen, A. M. (2007) 'Carbohydrate terminology and classification', *European Journal of Clinical Nutrition*, 61, pp. S5–S18. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602936.
- Cummings, J. H. and Stephen, A. M. (2007) 'Carbohydrate terminology and classification', *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(January 2008), hal. S5–S18.
- Cummings, J. H. et al. (1997) 'A new Look at Dietary Carbohydrate: Chemistry, Physiology and Health', *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(7), pp. 417–423. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600427.
- Dehghan, M., Mente, A., Zhang, X., Swaminathan, S., Li, W., Mohan, V., Iqbal, R., Kumar, R., Wentzel-Viljoen, E., Rosengren, A. (2017). 'Associations of

- fats and carbohydrate intake with cardiovascular disease and mortality in 18 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study'. *The Lancet*, 390 (10107), p. 2050-2062.
- den Hartog, A. P., van Staveren, W. A. and Brouwer, I. D. (2006) Food habits and consumption in developing countries manual for field studies, *Food Habits and Consumption in Developing Countries Manual for Field Studies*. doi: 10.3920/978-90-8686-667-0.
- Departemen Kesehatan. (1981). *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Penerbit Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Departemen Kesehatan. (2001). *Komposisi Zat Gizi Makanan Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi. Bogor.
- Depkes, (2007). *Profil Kesehatan Indonesia 2005*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Després, J. P. (2006) 'Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome?', *Annals of Medicine*, 38(1), pp. 52–63. doi: 10.1080/07853890500383895.
- Dewi, Y. and Purwidiani, N. (2015) 'Studi Pola Konsumsi Makanan Pokok pada Penduduk Desa Pagendingan Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan Madura', *e-Journal Boga*, 4(3), hal. 108–121.
- Dreher, M. L. (2018) 'Whole fruits and fruit fiber emerging health effects', *Nutrients*, 10(12). doi: 10.3390/nu10121833.
- Dwiriani, Cesilia Meti, dkk. (2011). *Modul Guru - Gizi Seimbang untuk Anak Sekolah Dasar*. Departemen Gizi Masyarakat-FEMA-IPB. Bogor.
- Elabbassi, W. N. and Haddad, H. A. (2005) 'The epidemic of the metabolic syndrome', *Saudi Medical Journal*, 26(3), pp. 373–375.
- Englyst, K. N., Liu, S. and Englyst, H. N. (2007) 'Nutritional Characterization and Measurement of Dietary Carbohydrates', *European Journal of Clinical Nutrition*, 61, pp. S19–S39. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602937.
- Englyst, K. N., Liu, S. and Englyst, H. N. (2007) 'Nutritional characterization and measurement of dietary carbohydrates', 61, pp. 19–39. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602937.
- Evan, Wiyono, J., Candrawati, E. (2017). 'Hubungan Antara Pola Makan Dengan Kejadian Obesitas Pada Mahasiswa Di Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang'. *Nursing News*, 2(3), p. 708-717.

- Fadlillah, A. P., Herdiani, N. (2020). Literature Review: Asupan Energi Dan Protein Dengan Status Gizi Pada Balita. National Conference For Ummah (Ncu), 1(1).
- Fagúndez, L. J. M. et al. (2015) 'Diet history: Method and applications', *Nutricion hospitalaria. Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral*, 31(3), pp. 57–61.
- Fahriyah, F. and Nugroho, C. P. (2016) 'Analisis Neraca Bahan Makanan (NBM) dan Pola Pangan Harapan (PPH) Kabupaten Sidoarjo', *Agricultural Socio-Economics Journal*, 15(3), p. 155.
- FAO (2001) *Food Balance Sheets; A Handbook*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- FAO (2018) 'Dietary assessment: a resource guide to method selection and application in low resource settings'. FAO Rome.
- Farabee, M. J. (2007) *THE DIGESTIVE SYSTEM*. Available at: <http://www2.estrellamountain.edu/faculty/farabee/biobk/biobookdigest.html>.
- Farooqi, I. S. and O'Rahilly, S. (2005) 'Monogenic obesity in humans', *Annual Review of Medicine*, 56, pp. 443–458. doi: 10.1146/annurev.med.56.062904.144924.
- Fauzan, R. (2020) *Ganyong*. Available at: <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/95937/GANYONG/>.
- FDA (2017) *Total Carbohydrate*, Food and Drug Administration. Available at: <https://www.fda.gov/>.
- Feliana, F., Laenggeng, A. H. and Dhafir, F. (2014) 'Kandungan Gizi Dua Jenis Varietas Singkong (Manihot esculenta) Berdasarkan Umur Panen Di Desa Siney Kecamatan Tinombo Selatan Kabupaten Parigi Moutong', *Jurnal e-Jipbiol*, 2(3), hal. 1–14.
- Fenton, R. F. and Fenton, C. J. (2016) 'Paleo diet still lacks evidence', *Journal of Foot and Ankle Surgery*, (1), p. 139006. doi: 10.1053/j.jfas.2016.02.013.
- Ferdous, T. et al. (2009) 'The multidimensional background of malnutrition among rural older individuals in Bangladesh a challenge for the Millennium Development Goal', *Public Health Nutrition*, 12(12), pp. 2270–2278. doi: 10.1017/S1368980009005096.

- Figoni (2003) 'Chapter Five: Wheat Flour', hal. 63–86.
- Finkelstein, E. A., Graham, W. C. K. and Malhotra, R. (2014) 'Lifetime direct medical costs of childhood obesity', *Pediatrics*, 133(5), pp. 854–862. doi: 10.1542/peds.2014-0063.
- Fischer Walker, C. L. et al. (2012) 'Does Childhood Diarrhea Influence Cognition Beyond the Diarrhea-Stunting Pathway?', *PLoS ONE*, 7(10), pp. 1–6. doi: 10.1371/journal.pone.0047908.
- Fitchett, D. (2009) 'Results of the ONTARGET and TRANSCEND studies: An update and discussion', *Vascular Health and Risk Management*, 5, pp. 21–29. doi: 10.2147/vhrm.s3718.
- Forces, U. S. P. S. T. (2009) 'Aspirin for the Prevention of Cardiovascular Disease: U . S . Preventive Services Task Force Recommendation Statement', *Annals of Internal Medicine*, 150(6).
- Fox, P. C., Cummins, M. J. and Cummins, J. M. (2002) 'A Third Study on the Use of Orally Administered Anhydrous Crystalline Maltose for Relief of Dry Mouth in Primary Sjögren's Syndrome', *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 8(5), pp. 651–659. doi: 10.1089/107555302320825174.
- Frary, C. J. R. (2008) 'Energy.pdf', in Mahan, LK; Escott-Stump, S. (ed.) *Krause's Food & Nutrition Therapy*. 12th edn. St Louis, Missouri: Saunders Elsevier.
- Fried, M. et al. (2013) 'Interdisciplinary European guidelines on metabolic and bariatric surgery', *Obesity Facts*, 6(5), pp. 449–468. doi: 10.1159/000355480.
- Frühbeck, G. (2015) 'Bariatric and metabolic surgery: A shift in eligibility and success criteria', *Nature Reviews Endocrinology*, 11(8), pp. 465–477. doi: 10.1038/nrendo.2015.84.
- Fujii, H. et al. (2013) 'Impact of dietary fiber intake on glycemic control, cardiovascular risk factors and chronic kidney disease in Japanese patients with type 2 diabetes mellitus: The Fukuoka Diabetes Registry', *Nutrition Journal*, 12(1), pp. 1–8. doi: 10.1186/1475-2891-12-159.

- Gallagher, D. et al. (2000) 'Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index', *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(3), pp. 694–701. doi: 10.1093/ajcn/72.3.694.
- Gallagher, M. L. (2008) 'The Nutrients and Their Metabolism.pdf', in Mahan, LK; Escott-Stump, S. (ed.) *Krause's Food & Nutrition Therapy*. 12th edn. St Louis, Missouri: Saunders Elsevier.
- Gaspar, E. M. S. M. et al. (2012) 'Food Sources and Analytical Approaches for Maltose Determination', *Food and Nutritional Components in Focus*, 2012(3), pp. 405–424. doi: 10.1039/9781849734929-00405.
- Genova, J., Zheliaskova, A. and Mitov, M. D. (2007) 'Monosaccharides (Fructose, Glucose) and Disaccharides (Sucrose, Trehalose) Influence the Elasticity of SOPC Membranes', *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 9(2), pp. 427–430.
- Georgieff, M. K. (2007) 'Nutrition and the developing brain: Nutrient priorities and measurement', *American Journal of Clinical Nutrition*, 85(2), pp. 614–620. doi: 10.1093/ajcn/85.2.614S.
- Ghada A. Soliman (2019) 'Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease', *Nutrients*, 11, p. 1155. Available at: doi:10.3390/nu11051155.
- Gibson, R. S. (2005) *Principles of nutritional assessment*. Oxford university press, USA.
- Gibson, R. S. and Ferguson, E. L. (2008) *An interactive 24-hour recall for assessing the adequacy of iron and zinc intakes in developing countries*. ILSI Press Washington, DC.
- Goldstein, L. B. et al. (2011) 'Guidelines for the primary prevention of stroke: A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association', *Stroke*, 42(2), pp. 517–584. doi: 10.1161/STR.0b013e3181fcb238.
- Gomez-Puerta, L., Garcia, H. and Gonzalez, A. (2018) 'Experimental porcine cysticercosis using infected beetles with *Taenia solium* eggs', *Acta tropica*, 183, pp. 92–94. doi: 10.1016/J.ACTATROPICA.2018.04.003.
- Gropper, S. S., Smith, L. J., Groff, L. J. (2009). 'Advanced Nutrition and Human Metabolism 5th Edition'. Wadsworth: Amerika Serikat

- Grover, Z. and Ee, L. C. (2009) 'Protein Energy Malnutrition', *Pediatric Clinics of North America*, 56(5), pp. 1055–1068. doi: 10.1016/j.pcl.2009.07.001.
- Grundy, S. M. (2007) 'Metabolic syndrome: A multiplex cardiovascular risk factor', *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 92(2), pp. 399–404. doi: 10.1210/jc.2006-0513.
- Grundy, S. M. (2016) 'Metabolic syndrome update', *Trends in Cardiovascular Medicine*, 26(4), pp. 364–373. doi: 10.1016/j.tcm.2015.10.004.
- Gumelar, H. A., Wahjuningsih, S. B. and Haryati, S. (2019) Uji Karakteristik Mie Kering Berbahan Baku Tepung Terigu Dengan Substitusi Tepung Mocaf UPTD. Technopark Grobogan Jawa Tengah. Universitas Semarang.
- Hajar, R. (2017). 'Risk cactors for coronary artery disease: Historical perspectives', *Heart views: the official journal of the Gulf Heart Association*, 18 (3), p. 109-114. doi:10.4103/HEARTVIEWS.HEARTVIEWS\_106\_17.
- Hall, J. E. (2000) 'Pathophysiology of obesity hypertension', *Current Hypertension Reports*, 2(2), pp. 139–147. doi: 10.1007/s11906-000-0073-4.
- Haloho, J. (2014) 'Pengolahan Ubikayu dalam Upaya Percepatan Diversifikasi Pangan di Kalimantan Barat', in *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2014*, hal. 775–786.
- Hardiansyah , & Supariasa, D. N. (2016). Ilmu gizi teori dan aplikasi. Jakarta: EGC.
- Hardinsyah dan B., Dodik. (1994). Penilaian dan Perencanaan Konsumsi Pangan. Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, IPB. Bogor.
- Hardinsyah, Hadi Riyadi, V. N. (2013) 'Kecukupan Energi, Protein, Lemak dan Karbohidrat', (May 2016).
- Hardinsyah, M. & Supariasa, I., (2016). Ilmu gizi teori dan aplikasi. Jakarta:: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Harkin, C. et al. (2019) Nutritional and Additive Uses of Chitin and Chitosan in the Food Industry. doi: 10.1007/978-3-030-16581-9\_1.

- Harrington, L. K. and Mayberry, J. F. (2008) 'A Re-appraisal of Lactose Intolerance', *International Journal of Clinical Practice*, 62(10), pp. 1541–1546. doi: 10.1111/j.1742-1241.2008.01834.x.
- Harris, M. and Harris, M. (1998) 'Good to eat : riddles of food and culture', p. 289.
- Hartman, A. M. et al. (1990) 'Variability in nutrient and food intakes among older middle-aged men: implications for design of epidemiologic and validation studies using food recording', *American journal of epidemiology*. Oxford University Press, 132(5), pp. 999–1012.
- He, T. et al. (2008) 'The Role of Colonic Metabolism in Lactose Intolerance', *European Journal of Clinical Investigation*, 38(8), pp. 541–547. doi: 10.1111/j.1365-2362.2008.01966.x.
- Hearris, M. A. et al. (2018) 'Regulation of muscle glycogen metabolism during exercise: Implications for endurance performance and training adaptations', *Nutrients*, 10(3), pp. 1–21. doi: 10.3390/nu10030298.
- Hernawan, E. and Meylani, V. (2016) 'ANALISIS KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA BERAS PUTIH, BERAS MERAH, DAN BERAS HITAM (*Oryza sativa* L., *Oryza nivara* dan *Oryza sativa* L. *indica*)', *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 15(1), hal. 79.
- Herrera, E. (2000) 'Metabolic adaptations in pregnancy and their implications for the availability of substrates to the fetus', *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(July), pp. S47–S51. doi: 10.1038/sj.ejcn.1600984.
- Higashiyama, T. (2002) 'Novel Functions and Applications of Trehalose', *Pure and Applied Chemistry*, 74(7), pp. 1263–1269. doi: 10.1351/pac200274071263.
- Hikmat, F. and Appel, L. J. (2014) 'Effects of the DASH diet on blood pressure in patients with and without metabolic syndrome: Results from the DASH trial', *Journal of Human Hypertension*, 28(3), pp. 170–175. doi: 10.1038/jhh.2013.52.
- Ho, G. and MacKenzie, R. G. (1999) 'Functional characterization of mutations in melanocortin-4 receptor associated with human obesity', *Journal of Biological Chemistry*, 274(50), pp. 35816–35822. doi: 10.1074/jbc.274.50.35816.

- Hou, D. and Lowary, T. L. (2009) 'Recent Advances in the Synthesis of 2-Deoxy-Glycosides', *Carbohydrate Research*, 344(15), pp. 1911–1940. doi: 10.1016/j.carres.2009.07.013.
- Hoyas, I. and Leon-Sanz, M. (2019) 'Nutritional Challenges in Metabolic Syndrome', *Journal of Clinical Medicine*, 8(9), p. 1301. doi: 10.3390/jcm8091301.
- Hu, T. et al. (2012) 'Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: A meta-analysis of randomized controlled clinical trials', *American Journal of Epidemiology*, 176(SUPPL. 7). doi: 10.1093/aje/kws264.
- Huis, A. Van (2003) 'Insects as food in Africa INSECTS AS FOOD IN SUB-SAHARAN AFRICA', *Insect Sci. Applic*, 23(3), pp. 163–185.
- Huo, R. et al. (2015) 'Effects of Mediterranean-style diet on glycemic control, weight loss and cardiovascular risk factors among type 2 diabetes individuals: A meta-analysis', *European Journal of Clinical Nutrition*, 69(11), pp. 1200–1208. doi: 10.1038/ejcn.2014.243.
- Hurlock, E., (1978). *Child growth and development*. 5th Hrsg. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Hussaini, M. M. and Sakr, A. H. (1981) *Islamic dietary laws and practices*, Islamic Food and Nutrition Council of America. Available at: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300391485> (Accessed: 3 August 2021).
- Iordachescu, M. and Imai, R. (2008) 'Trehalose Biosynthesis in Response to Abiotic Stresses', *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(10), pp. 1223–1229. doi: 10.1111/j.1744-7909.2008.00736.x.
- Ivy, J. L. (1999) 'Role of carbohydrate in physical activity', *Clinics in Sports Medicine*, 18(3), pp. 469–484. doi: 10.3362/9781908176707.006.
- Jakicic, J. M. et al. (2013) 'Four-year change in cardiorespiratory fitness and influence on glycemic control in adults with type 2 diabetes in a randomized trial: The look AHEAD trial', *Diabetes Care*, 36(5), pp. 1297–1303. doi: 10.2337/dc12-0712.
- James R. Cerhan, MD, PhD, Steven C. Moore, PhD, Eric J. Jacobs, PhD, C. M. K. et al. (2014) 'A Pooled Analysis of Waist Circumference and Mortality

- in 650,000 Adults', *Mayo Clinic Proceedings*, 89(3), pp. 335–345. doi: 10.1016/j.mayocp.2013.11.011.A.
- Janesick, A. S., Shioda, T. and Blumberg, B. (2014) 'Transgenerational inheritance of prenatal obesogen exposure', *Molecular and Cellular Endocrinology*, 398(1–2), pp. 31–35. doi: 10.1016/j.mce.2014.09.002.
- Jones, T. H. and Kennedy, R. L. (1993) 'Cytokines and hypothalamic-pituitary function', *Cytokine*, 5(6), pp. 531–538. doi: 10.1016/S1043-4666(05)80001-8.
- Juwita, E., Susilowati, S., Mauliku, N.E., Nugrahaeni, D.K. (2020). 'Faktor yang Berhubungan dengan Kadar Gula Darah pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Prolanis Puskesmas Kecamatan Cimahi Tengah', *Journal of Nutrition College*, 9 (2), p. 87-93. doi: 10.14710/jnc.v9i2.26119
- Kalhan, S. et al. (1999) 'Report of the IDECG Working Group on lower and upper limits of carbohydrate and fat intake', pp. 177–178.
- Kamerling, J. P. and Vliegenthart, J. F. G. (2021) 'Chapter 4. Carbohydrates', *Mass Spectrometry*, pp. 175–264. doi: 10.1515/9783112418123-007.
- Karpe, F. and Pinnick, K. E. (2015) 'Biology of upper-body and lower-body adipose tissue - Link to whole-body phenotypes', *Nature Reviews Endocrinology*, 11(2), pp. 90–100. doi: 10.1038/nrendo.2014.185.
- Keith, S. W. et al. (2006) 'Putative contributors to the secular increase in obesity: Exploring the roads less traveled', *International Journal of Obesity*, 30(11), pp. 1585–1594. doi: 10.1038/sj.ijo.0803326.
- Kelley, D. E. et al. (2000) 'Subdivisions of subcutaneous abdominal adipose tissue and insulin resistance', *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 278(5 41-5), pp. 941–948. doi: 10.1152/ajpendo.2000.278.5.e941.
- Kemkes RI. (2019). *Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat Indonesia*. Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019.
- Kemenkes RI, dirjen bina gizi. (2014) *Pedoman gizi seimbang*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

- Kemenkes, (2019). Peraturan Menteri Kesehatan tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia, Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kemenkes, (2020). Buku Kesehatan Ibu dan Anak (KIA). Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementan (2012) Umbi-Umbian Sumber Karbohidrat Pengganti Beras. Bogor: Kementerian Pertanian.
- Khera, A. et al. (2009) 'Sex differences in the relationship between c-reactive protein and body fat', *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 94(9), pp. 3251–3258. doi: 10.1210/jc.2008-2406.
- Khowala, S., Verma, D. and Banik, S. P. (2008) *Biomolecules : (Introduction, Structure & Function) Carbohydrates*. 6th edn. Edited by M. Kankara et al. India: National Science Digital Library.
- Kilara, A. and Iya, K. . (1992) Food and dietary habits of the Hindu, National Agricultural Library. Available at: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9314589> (Accessed: 5 August 2021).
- Kistanto, N. H. (2016) 'The Javanese Slametan as Practiced as Tradition and Identity', *International Journal of Humanities and Social Science*, 6(11). Available at: [www.ijhssnet.com](http://www.ijhssnet.com) (Accessed: 5 August 2021).
- Koesmartaviani, L. R. (2015) Peningkatan Kualitas dan Umur Simpan Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kupas dengan Pemberian Edible Coating dari Pektin Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.). Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Kohlmeier, M. (2003) 'Carbohydrates', in *Nutrient Metabolism*. Elsevier. doi: 10.1016/B978-012417762-8.50008-9.
- Koletzko, B. (2015) *Pediatric nutrition in practice*, Pediatric nutrition in practice. Karger.
- Krisnatuti, D. and Yenrina, R. (1999). 'Perencanaan menu bagi penderita jantung coroner'. Jakarta : Trubus Agriwijaya
- Kurdanti, W, Suryani, I., Syamsiatun, N.H., Siwi, L. P., Adityanti, M. M., Mustikaningsih, D., Sholihah, K. I.,. (2015). 'Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Obesitas Pada Remaja'. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 11(4), p. 179-190.

- Kurniawan, J dan Widjanarko, S.B. (2013). Studi kasus analisa proksimat, kandungan kalori, dan aspek keamanan pangan, minuman es disekitar Universitas Brawijaya. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 1 No.1 p- 56-54. Malang.
- Latifah, E. and Prahardini, P. (2020) 'Identifikasi dan Deskripsi Tanaman Umbi-Umbian Pengganti Karbohidrat di Kabupaten Trenggalek', *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*, 22(2), hal. 94.
- Lattimer, J. M. and Haub, M. D. (2010) 'Effects of dietary fiber and its components on metabolic health', *Nutrients*, 2(12), pp. 1266–1289. doi: 10.3390/nu2121266.
- Laugerette, F. et al. (2020) 'Postprandial Endotoxin Transporters LBP and sCD14 Differ in Obese vs. Overweight and Normal Weight Men during Fat-Rich Meal Digestion', *Nutrients*, 12(1820), pp. 1–12.
- Lee, M. J., Wu, Y. and Fried, S. K. (2013) 'Adipose tissue heterogeneity: Implication of depot differences in adipose tissue for obesity complications', *Molecular Aspects of Medicine*, 34(1), pp. 1–11. doi: 10.1016/j.mam.2012.10.001.
- Lehr, S., Hartwig, S. and Sell, H. (2012) 'Adipokines: A treasure trove for the discovery of biomarkers for metabolic disorders', *Proteomics - Clinical Applications*, 6(1–2), pp. 91–101. doi: 10.1002/prca.201100052.
- Lentfer, C., Therin, M. and Torrence, R. (2002) 'Starch Grains and Environmental Reconstruction: A modern Test Case from West New Britain, Papua New Guinea', *Journal of Archaeological Science*, 29(7), pp. 687–698. doi: 10.1006/jasc.2001.0783.
- Lestari, N.I. (2019) Hubungan Antara Asupan Karbohidrat, Asupan Lemak dan Aktivitas Fisik Dengan Kejadian Obesitas pada Remaja Di Kota Yogyakarta, Poliltekkes Kemenkes Yogyakarta. Poliltekkes Kemenkes Yogyakarta. Available at: <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/239/>.
- Libby, P., Ridker, P. M. and Maseri, A. (2002) 'Inflammation and atherosclerosis', *Circulation*, 105(9), pp. 1135–1143. doi: 10.1161/hc0902.104353.
- Listiana, N., Mulyasari, I., Paundrianagari, M. (2015). 'Hubungan Asupan Karbohidrat Sederhana dan Aktivitas Fisik dengan Kadar Glukosa Darah pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Wanita Usia 45-55 Tahun di

- Kelurahan Gedawang Kecamatan Banyumanik Kota Semarang', *Jurnal Gizi dan Kesehatan*, 7 (13), p. 129-137
- Lithell, H. O. (1996) 'Hyperinsulinemia, Insulin Resistance, and the Treatment of Hypertension', 7061(96), pp. 150–153.
- Mangiri, J., Mayulu, N. and Kawengian, S. E. S. (2016) 'GAMBARAN KANDUNGAN ZAT GIZI PADA BERAS HITAM (*Oryza sativa* L.) KULTIVAR PARE AMBO SULAWESI SELATAN', *Jurnal e-Biomedik*, 4(1), hal. 2–6.
- Martin-Moreno, J. M. and Gorgojo, L. (2007) 'Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas', *Revista Española de Salud Pública. SciELO Espana*, 81(5), pp. 507–518.
- Masniah and Syamsudin (2013) 'Pemanfaatan Jagung Dalam Pembuatan Aneka Macam Olahan Untuk Memperkuat Ketahanan Pangan', seminar Nasional, hal. 537–542.
- Matter, F., Basics, D. and Powerhouse, E. (2021) 'Apu : Basic Foundation of Nutrition for Sports', pp. 9–11.
- Megumi, S. M. (2017) *Tanaman Talas, Bukan Hanya Milik Bogor*. Available at: <https://www.greeners.co/flora-fauna/tanaman-talas-bukan-milik-bogor/>.
- Megumi, S. R. (2018) *Sagu, Tanaman Lokal Alternatif di Indonesia Timur*. Available at: <https://www.greeners.co/flora-fauna/sagu-tanaman-pangan-lokal-alternatif-indonesia-timur/>.
- Mellitus, T. E. C. on the D. and C. of D. (2002) 'Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus', *Diabetes Care*, 25(SUPPL. 1), pp. 5–20. doi: 10.2337/diacare.25.2007.s5.
- Melzer, K. (2011) 'Carbohydrate and fat utilization during rest and physical activity', *e-SPEN. Elsevier Ltd*, 6(2), pp. e45–e52. doi: 10.1016/j.eclnm.2011.01.005.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2019) 'Angka Kecukupan Gizi Anjuran untuk Indonesia', (956).
- Merlo, C. (1974) 'Panoff (Michel) et Perrin (Michel): Dictionnaire de l'ethnologie', *Outre-Mers. Revue d'histoire*, 61(222), pp. 147–148.

- Mijan, M. Al, Lee, Y. K. and Kwak, H. S. (2011) 'Classification, Structure, and Bioactive Functions of Oligosaccharides in Milk', *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 31(5), pp. 631–640. doi: 10.5851/kosfa.2011.31.5.631.
- Milly Ryan-Harshman, W. A. (2006) 'Food for Thought', 52, pp. 177–179.
- Mithril, C. et al. (2012) 'Guidelines for the New Nordic Diet', *Public Health Nutrition*, 15(10), pp. 1941–1947. doi: 10.1017/S136898001100351X.
- Mokolensang, O.G., Aaltje, E.M., Fatimawati. (2016). 'Hubungan Pola Makan dan Obesitas Pada Remaja Di Kota Bitung', *Jurnal e-Biomedik*. 4(1), p. 128-135
- Molony, C. H. (2010) 'Systematic valence coding of Mexican "hot" – "cold" food', <http://dx.doi.org/10.1080/03670244.1975.9990411>, 4(2), pp. 67–74. doi: 10.1080/03670244.1975.9990411.
- Morales, J., & Schneider, D. (2014). Hypoglycemia. *The American Journal of Medicine*, 127(10), p.17–24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2014.07.004>
- Mozaffarian, D. et al. (2011) 'Changes in Diet and Lifestyle and Long-Term Weight Gain in Women and Men', *New England Journal of Medicine*, 364(25), pp. 2392–2404. doi: 10.1056/nejmoa1014296.
- Muchtadi, D. (2009) pengantar ilmu gizi. Bandung: ALFABETA, CV.
- Mudgil, D. and Barak, S. (2013) 'Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review', *International Journal of Biological Macromolecules*. Elsevier B.V., 61, pp. 1–6. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2013.06.044.
- Murray, B. and Rosenbloom, C. (2018) 'Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes', *Nutrition Reviews*, 76(4), pp. 243–259. doi: 10.1093/NUTRIT/NUY001.
- Murray, R. k; D. K. G. V. W. R. (2009) *Biokimia Harper* alih bahasa. 1st edn. Jakarta: penerbit Buku Kedokteran EGC.
- MyFood (2021) Perbedaan 4 Jenis dan Rasa Beras (Putih, Merah, Hitam & Coklat). Available at: <https://www.myfood.co.id/id/blog/detail/id/772>.

- Nakakuki, T. (2002) 'Present Status and Future of Functional Oligosaccharide Development in Japan', *Pure and Applied Chemistry*, 74(7), pp. 1245–1251. doi: 10.1351/pac200274071245.
- Nantel, G. (1999) 'Carbohydrates in human nutrition', pp. 6–10.
- Navarro, D. M. D. L., Abelilla, J. J. and Stein, H. H. (2019) 'Structures and Characteristics of Carbohydrates in Diets Fed to Pigs: A Review', *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10(1), pp. 1–17. doi: 10.1186/s40104-019-0345-6.
- Nelms M, Sucher KP, Lacey K, Roth SL. (2011). *Nutrition Terapy and Pathophysiology*, 2e. Belmont (US). Wadsworth Cengage Learning.
- Nelson, D. and Cox, M. (2008) *Lehninger Principles of Biochemistry*. Fifth Edit. New York: WH Freeman & Company.
- Nelson, M. and Bingham, S. A. (1997) 'Assessment of food consumption and nutrient intake', *Design concepts in nutritional epidemiology*. Oxford University Press Oxford, 2, pp. 123–169.
- NICE (2006) 'Obesity: identification, assessment and management of overweight and obesity in children, young people and adults (CG43)', National Institute of Health and Care Excellence, (November). Available at: <http://www.nice.org.uk/guidance/cg189/evidence>.
- Nimgampalle, M., Chakravarthy, H. and Devanathan, V. (2021) *Glucose metabolism in the brain: An update, Recent Developments in Applied Microbiology and Biochemistry*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/b978-0-12-821406-0.00008-4.
- Nirantharakumar, K., Marshall, T., Hodson, J. (2012) 'Hypoglycemia in nondiabetic in-patients: clinical or criminal?', *PLoS One* 7(7): e40384, doi: 10.1371/journal.pone.0040384
- Nisha, S., Seenivasan, A. and Vasanth, D. (2019) 'Chitin and its Derivatives: Structure, Production, and Their Applications', *International conference on Signal Processing*, (February 2016), p. 2016.
- Nugraheni, M. (2015) *Makanan dan kesehatan*. Yogyakarta.
- Nuryani (2013) 'Potensi Substitusi Beras Putih Dengan Beras Merah Sebagai Makanan Pokok Untuk Perlindungan Diabetes Melitus', *Media Gizi Masyarakat Indonesia*, 3(3), hal. 157–168.

- Ohleky, M. P., Pattiselanno, A. E. and Kaplale, R. (2018) 'Namlai Kerne: Kearifan Lokal Dan Ketahanan Pangan Masyarakat Desa Werwaru Kecamatan Moa Kabupaten Maluku Barat Daya', *Agrilan: Jurnal Agribisnis Kepulauan*, 5(2), p. 114. doi: 10.30598/agrilan.v5i2.159.
- Omoregie Egharevba, H. (2020) 'Chemical Properties of Starch and Its Application in the Food Industry', *Chemical Properties of Starch*, (March). doi: 10.5772/intechopen.87777.
- Oshikoya, K. A., Sammons, H. M. and Choonara, I. (2010) 'A systematic review of pharmacokinetics studies in children with protein-energy malnutrition', *European Journal of Clinical Pharmacology*, 66(10), pp. 1025–1035. doi: 10.1007/s00228-010-0851-0.
- P. Prapasri, B. Barbara, R. Monthip, dan S. Pongtorn. (2000). *ASEAN Food Composition Tables*. Institute of Nutrition, Mahidol University (INMU), ASEANFOODS Coordinator and INFOODS Regional Database Centre. Thailand.
- Paula Trumbo, Sandra Schlicker, Allison A Yates, M. P. (2002) 'Dietary Reference Intake for energy, Carbohydrate, Fiber, fat, fatty Acids, Cholesterol, Protein and Asam Amin0', pp. 1621–1629.
- Pelkman, C. L. et al. (2018) 'Novel calcium-gelled , alginate-pectin beverage reduced energy intake in nondieting overweight and obese women: interactions with dietary restraint status 1 – 3', (June), pp. 1595–1602.
- Persatuan Ahli Gizi Indonesia. (2009). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan.
- Peterbauer, T. et al. (2003) 'Enzymatic Control of the Accumulation of Verbascose in Pea Seeds', *Plant, Cell and Environment*, 26(8), pp. 1385–1391. doi: 10.1046/j.0016-8025.2003.01063.x.
- Pigman Ward (2012) *The Carbohydrates: Chemistry and Biochemistry Physiology*. New York: Academic Press Inc.
- Pignone, M. et al. (2010) 'Aspirin for primary prevention of cardiovascular events in people with diabetes: A position statement of the american diabetes association, a scientific statement of the american heart association, and an expert consensus document of the american college of cardiology foundation', *Circulation*, 121(24), pp. 2694–2701. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181e3b133.

- Pramono, A. and Sulchan, M. (2014) 'Kontribusi Makanan Jajan Dan Aktivitas Fisik Terhadap Kejadian Obesitas Pada Remaja Di Kota Semarang', *Gizi Indonesia*, 37(2), p. 129. doi: 10.36457/gizindo.v37i2.158.
- Primashanti, D. and Sidiartha, L. (2018) 'Perbandingan asupan energi, karbohidrat, protein dan lemak dengan angka kecukupan gizi pada anak obesitas'. *Medicina*. doi: 10.15562/medicina.v49i2.66.
- Proverawati, A., Prawirohartono, E. P., Kuntjoro, T.. (2008) 'Jenis kelamin anak, pendidikan ibu, dan motivasi dari guru serta hubungannya dengan preferensi makanan anak sekolah pada anak prasekolah di TK Universitas Muhammadiyah Purwokerto. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 5(2), p. 78- 83
- Pusuma, D. A., Praptiningsih, Y. and Choiron, M. (2018) 'Karakteristik Roti Tawar Kaya Serat Yang Disubstitusi Menggunakan Tepung Ampas Kelapa', *Jurnal Agroteknologi*, 12(01), hal. 29.
- Rahasiabelajar.com (2020) Cara Budidaya Ubi Jalar (Mudah, Jitu dan Sukses). Available at: <https://rahasiabelajar.com/tips-cara-mudah-jitu-budidaya-ubi-jalar/>.
- Rahmadina (2019) *Biokimia dalam Kehidupan*. Medan: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- Rahmah, A., Hamzah, F. and Rahmayuni (2017) 'Penggunaan tepung komposit dari terigu, pati sagu dan tepung jagung dalam pembuatan roti tawar', *Jom FAPERTA*, 4(1), hal. 1–14.
- Rahmawati, T., Marfuah, D. (2016) 'Gambaran Status Gizi pada Anak Sekolah Dasar'. *Jurnal PROFESI*, 14 (1), p. 72-76
- Ramayulis, R., Nurlelawati, E. & Amir, E., (2009). *Menu dan Resep untuk Ibu Hamil*, Depok: Penebar Plus.
- Rankin, D. et al. (2012) 'Reproducibility of two, three, four and five 24-hour recalls in peri-urban African adolescents in the North West province', *South African journal of clinical nutrition*, 25(1), pp. 27–32.
- Reaven, G. M. (1991) 'Relationship between insulin resistance and hypertension', *Diabetes Care*, 14(SUPPL. 4), pp. 33–38. doi: 10.2337/diacare.14.4.33.
- Richards, A. B. et al. (2002) 'Trehalose: A Review of Properties, History of Use and Human Tolerance, and Results of Multiple Safety Studies', *Food and*

- Chemical Toxicology, 40(7), pp. 871–898. doi: 10.1016/S0278-6915(02)00011-X.
- Roberfroid, M. and Slavin, J. (2000) ‘Nondigestible Oligosaccharides’, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(6), pp. 461–480. doi: 10.1080/10408690091189239.
- Rodrigo, C. P. et al. (2015) ‘Food frequency questionnaires’, *Nutricion hospitalaria. Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral*, 31(3), pp. 49–56.
- Rodwell, V. W. et al. (2018) 31st Edition Harper’s Illustrated Biochemistry. New York: McGraw-Hill Education.
- Ross, R., Stotz, P. J. and Lam, M. (2015) ‘Effects of exercise amount and intensity on abdominal obesity and glucose tolerance in obese adults: A randomized trial’, *Annals of Internal Medicine*, 162(5), pp. 325–334. doi: 10.7326/M14-1189.
- Ryan, D. and Heaner, M. (2014) ‘Guidelines (2013) for managing overweight and obesity in adults’, *Obesity*, 22(S2), pp. i–xvi. doi: 10.1002/oby.20818.
- Sacks, F. M. et al. (2014) ‘Effects of high vs low glycemic index of dietary carbohydrate on cardiovascular disease risk factors and insulin sensitivity: The OmniCarb randomized clinical trial’, *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 312(23), pp. 2531–2541. doi: 10.1001/jama.2014.16658.
- SACN (Scientific Advisor Committee on Nutrition) (2015) *Carbohydrates and Health*.
- Sadaf Farooqi, I. et al. (2002) ‘Beneficial effects of leptin on obesity, T cell hyporesponsiveness, and neuroendocrine/metabolic dysfunction of human congenital leptin deficiency’, *Journal of Clinical Investigation*, 110(8), pp. 1093–1103. doi: 10.1172/JCI200215693.
- Sami, W. et al. (2015) ‘Effect Of Diet Counseling On Type 2 Diabetes Mellitus’, *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(8), pp. 112–118.
- Sandra, H. R. A. , Isnawati, M. (2015). ‘Asupan Energi, Asupan Karbohidrat dan Kadar Glukosa Darah Pasien Rawat Inap Diabetes Melitus Tipe 2 Di RSUD Kota Salatiga’. *Jurnal Riset Gizi*, 3(1), p. 26-31.

- Sari, M., Safitri, D. E., Alibbirwin. (2018) 'Asupan Karbohidrat dan Protein Berhubungan Dengan Status Gizi Anak Sekolah di Syafana Islamic School Primary, Tangerang Selatan Tahun 2017', ARGIPA, 3(1), p. 48-58.
- Schwingshackl, L. and Hoffmann, G. (2013) 'Long-term effects of low glycemic index/load vs. high glycemic index/load diets on parameters of obesity and obesity-associated risks: A systematic review and meta-analysis', *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 23(8), pp. 699–706. doi: 10.1016/j.numecd.2013.04.008.
- SCN (2004) '5th Report on the World Nutrition Situation: Nutrition for Improved Development Outcomes'.
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network (2010) 'Management of Obesity. (SIGN Guideline No 115)', *SIGN Guideline*, 115(February), pp. 7–8, 24–25.
- Scully, T. (2014) 'Society at large', *Nature*, 508, pp. 50–51.
- Shaxson, A. (1979) *The Malawi Cookbook*, Blantyre Printing and Publishing. Available at: <https://www.abebooks.co.uk/book-search/title/the-malawi-cookbook/> (Accessed: 2 August 2021).
- Sherwood, L. (2015) *Fisiolo Manusia Dari Sel ke Sistem*, alih bahasa : dr Brahm U.Pendit. 8th edn. penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Shetty, P. (2002) 'Food and nutrition: the global challenge.', *Introduction to human nutrition*, pp. 318–333.
- Siervo, M. et al. (2015) 'Effects of the dietary approach to stop hypertension (DASH) diet on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis', *British Journal of Nutrition*, 113(1), pp. 1–15. doi: 10.1017/S0007114514003341.
- Sirajudin (2018) 'Recall Konsumsi Metode Lima Langkah (5-Step Multi Pass Method)'. Available at: <https://www.academia.edu/35782326>.
- Sirajudin, Astuti, Surmita (2018) *Survei Konsumsi Pangan*. Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumbe Daya Manusia Kesehatan.
- Siregar, N. S. (2014) 'Karbohidrat', *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 13(2), pp. 38–44.

- Slavin, J. and Carlson, J. (2014) 'Carbohydrates', *Advances in Nutrition*, 5(6), pp. 760–761. doi: 10.3945/an.114.006163.
- Sobo, E. J. et al. (2000) 'Caretaker-child interaction during children's 24-hour dietary recalls: who contributes what to the recall record?', *Journal of the American Dietetic Association*. Elsevier, 100(4), pp. 428–433.
- Soliman, G. A. (2019) 'Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease', *Nutrients*, 11(5). doi: 10.3390/nu11051155.
- Soumokil, O. (2017) 'Hubungan Asupan Energi dan Protein Dengan Status Gizi Anak Balita di Kecamatan Nusalaut Kabupaten Maluku Tengah'. *Global health Science* 2(4). doi: <http://dx.doi.org/10.33846/ghs.v2i4.163>
- Southgate, D. A. T. (1995) 'Digestion and Metabolism of Sugars', *American Journal of Clinical Nutrition*, 62(1 SUPPL.). doi: 10.1093/ajcn/62.1.203S.
- Spong, C. Y., (2013). Defining "term" pregnancy: recommendations from the Defining "Term" Pregnancy Workgroup.. *JAMA*, pp. 309(23), 2445-2446.
- Standl, E., Erbach, M. and Schnell, O. (2012) 'What should be the antihypertensive drug of choice in diabetic patients and should we avoid drugs that increase glucose levels? Pro and Cons', *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, 28(SUPPL.2), pp. 60–66. doi: 10.1002/dmrr.2355.
- Stanga, Z. et al. (2008) 'Nutrition in clinical practice - The refeeding syndrome: Illustrative cases and guidelines for prevention and treatment', *European Journal of Clinical Nutrition*, 62(6), pp. 687–694. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602854.
- Stipanuk, M. and Caudill, M. (2018) *Biochemical, Physiological, and Molecular Aspects of Human Nutrition*. 4th edn. New York: Saunders.
- Sugiharto, E. and Ayustaningwarno, F. (2014) 'Kandungan Zat Gizi Dan Tingkat Kesukaan Roti Manis Substitusi Tepung Spirulina Sebagai Alternatif Makanan Tambahan Anak Gizi Kurang', *Journal of Nutrition College*, 3(4), hal. 911–917.
- Sujatha, J., Amithkumar, I. V. and Lathaa, B. (2010) 'Prenatal Diagnosis of Glycogen Storage Disorder Type III', *Indian Pediatrics*, 47(4), pp. 354–355. doi: 10.1007/s13312-010-0051-0.

- Sumbono, A. (2021), 'Karbohidrat; Seri Biokimia Pangan Dasar'. Yogyakarta: Deepublish Publisher
- Suriani (2015) 'Analisis Proksimat Pada Beras Ketan Varietas Putih ((*Oryza sativa glutinosa*)', *Al-Kimia*, 3(1), hal. 81–91.
- Suriyadi (2019) Budidaya Kentang. Available at: <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/85307/Budidaya-Kentang/>.
- Swasti, E. et al. (2017) 'Kandungan protein dan antosianin generasi F4 turunan persilangan padi merah lokal Sumatera Barat dengan varietas unggul Fatmawati', *Jurnal Floratek*, 12(1), hal. 49–56.
- Syukriya, A. J. and Faridah, H. D. (2019) 'Kajian Ilmiah dan Teknologi Sebab Larangan Suatu Makanan Dalam Syariat Islam', *Journal of Halal Product and Research*, 2(1), pp. 47–48. Available at: <https://e-journal.unair.ac.id/JHPR/article/download/13543/7598>.
- Tabloid Sinar Tani (2021) Ada Ubi Kayu yang Hasilkan 102 Ton Ha , Cocok untuk Pangan Alternatif Saat Pandemi Covid 19. Available at: <https://dinastph.lampungprov.go.id/detail-post/ada-ubi-kayu-yang-hasilkan-102-ton-ha-cocok-untuk-pangan-alternatif-saat-pandemi-covid-19>.
- Tam, C. S. et al. (2010) 'Short-term overfeeding may induce peripheral insulin resistance without altering subcutaneous adipose tissue macrophages in humans', *Diabetes*, 59(9), pp. 2164–2170. doi: 10.2337/db10-0162.
- Tanner, J. M., (1962). *Growth at Adolescence: With a General Consideration of the Effects of Hereditary and Environmental Factors Upon Growth and Maturation from Birth to Maturity*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Tchernof, A. and Després, J. P. (2013) 'Pathophysiology of human visceral obesity: An update', *Physiological Reviews*, 93(1), pp. 359–404. doi: 10.1152/physrev.00033.2011.
- Ter Horst, K. W., Serlie, M. J. (2017), 'Fructose consumption, lipogenesis, and nonalcoholic fatty liver disease'. *Nutrients*, 9 (9), p. 981. doi:10.3390/nu9090981

- Tirta, P., Indrianti, N. and Ekafitri, R. (2013) 'Potensi tanaman sagu (*Metroxylon* sp.) dalam mendukung ketahanan pangan di Indonesia', *Jurnal Pangan*, 22(1), hal. 61–75.
- Tortora, G.J., Derrickson, B. (2009), 'Principles of anatomy and physiology. 12th edition', John Wiley & Sons, Inc: United States of America.
- Tsai, A. G. and Wadden, T. A. (2006) 'The evolution of very-low-calorie diets: An update and meta-analysis', *Obesity*, 14(8), pp. 1283–1293. doi: 10.1038/oby.2006.146.
- Tsai, A. G., Williamson, D. F. and Glick, H. A. (2011) 'Direct medical cost of overweight and obesity in the USA: A quantitative systematic review', *Obesity Reviews*, 12(1), pp. 50–61. doi: 10.1111/j.1467-789X.2009.00708.x.
- Tsalissavrina, I., Wahono, D., Handayani, D. (2013), 'Pengaruh pemberian diet tinggi karbohidrat dibandingkan diet tinggi lemak terhadap kadar trigliserida dan HDL darah pada *Rattus norvegicus* galur wistar', *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 22 (2), p. 80-89. doi:10.21776/ub.jkb.2006.022.02.5. 25
- UNICEF (2020) 'Nutrition for Every Child : UNICEF Nutrition Strategy 2020 - 2030', Unicef. Available at: [www.unicef.org](http://www.unicef.org) (Accessed: 1 August 2021).
- Upadhyay, J. et al. (2018) 'Obesity as a Disease', *Medical Clinics of North America*, 102(1), pp. 13–33. doi: 10.1016/j.mcna.2017.08.004.
- Utami, P. (2015) 'Potensi Dan Ketersediaan Bahan Pangan Lokal Sumber Karbohidrat Non Beras Di Kabupaten Banyumas', *Dinamika Ekonomi & Bisnis*, 12, hal. 150–158.
- Utami, R. W., Sofia, S. N., Murbawani, E. A. (2017), 'Hubungan antara asupan karbohidrat dengan profil lipid pada pasien penyakit jantung koroner'. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 6(2), p.1143-1155.
- Uusitupa, M. et al. (2013) 'Effects of an isocaloric healthy Nordic diet on insulin sensitivity, lipid profile and inflammation markers in metabolic syndrome - a randomized study (SYSDIET)', *Journal of Internal Medicine*, 274(1), pp. 52–66. doi: 10.1111/joim.12044.
- Vaclavik, V. A. and Christian, E. W. (2008) *Essentials of Food Science* 4th Edition. 4th edn, Choice Reviews Online. 4th edn. London: Springer. doi: 10.5860/choice.45-6154.

- Varner, B. (2006) Digestive system converts food into fuel for the body. Available at: <https://www.oklahoman.com/article/1852189/digestive-system-converts-food-into-fuel-for-the-body>.
- Vuholm, S., Lorenzen, J. K. and Kristensen, M. (2014) 'Relative validity and reproducibility of a food frequency questionnaire to assess dietary fiber intake in Danish adults', *Food & nutrition research*. Taylor & Francis, 58(1), p. 24723.
- Weaver, C. M. et al. (2014) 'Processed foods: contributions to nutrition', *The American journal of clinical nutrition*. Oxford University Press, 99(6), pp. 1525–1542.
- Weickert, M. O. and Pfeiffer, A. F. H. (2008) 'Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes', *Journal of Nutrition*, 138(3), pp. 439–442. doi: 10.1093/jn/138.3.439.
- Whelton, S. P. et al. (2005) 'Effect of dietary fiber intake on blood pressure: A meta-analysis of randomized, controlled clinical trials', *Journal of Hypertension*, 23(3), pp. 475–481. doi: 10.1097/01.hjh.0000160199.51158.cf.
- White, J. R. (2018) 'Sugar', *Clinical Diabetes*, 36(1). doi: 10.2337/cd17-0084.
- WHO (2013) 'Guideline: Updates on the Management of Severe Acute Malnutrition in Infants and Children', WHO.
- WHO;FAO (2004) 'Recommended Nutrient Intakes for Malaysia 2005'.
- Wieser, V., Moschen, A. R. and Tilg, H. (2013) 'Inflammation, cytokines and insulin resistance: A clinical perspective', *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis*, 61(2), pp. 119–125. doi: 10.1007/s00005-012-0210-1.
- Wijayati, P. D., Harianto, N. and Suryana, A. (2019) 'Permintaan Pangan Sumber Karbohidrat di Indonesia', *Analisis Kebijakan Pertanian*, 17(1), hal. 13.
- World Health Organization (2015) *Guideline: Sugars intake for adults and children*.
- Wu, T. et al. (2009) 'Long-term effectiveness of diet-plus-exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: A meta-analysis: Obesity

- Management', *Obesity Reviews*, 10(3), pp. 313–323. doi: 10.1111/j.1467-789X.2008.00547.x.
- Wu, Y. et al. (2015) 'Association between dietary fiber intake and risk of coronary heart disease: A meta-analysis', *Clinical Nutrition*. Elsevier Ltd, 34(4), pp. 603–611. doi: 10.1016/j.clnu.2014.05.009.
- Yanti, N. D., Suryana, F. Y. (2020), 'Analisis Asupan Karbohidrat dan Lemak Serta Aktivitas Fisik Terhadap Profil Lipid Darah Pada Penderita Penyakit Jantung Koroner'. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, (5)2, p. 179-186. doi: 10.30867/action.v5i2.183
- Yeung, C. A., Goodfellow, A. and Flanagan, L. (2015) 'The truth about sugar', *Dental Update*, 42(6), pp. 507–512. doi: 10.12968/denu.2015.42.6.507.
- Yulianto, H. et al. (2015) 'Seroprevalensi Positif Sistiserkosis pada Babi Hutan', *Jurna Veteriner*, 16(2), pp. 187–195.

# Biodata Penulis



**Andi Eka Yuniarto**, lahir di Sumberejo pada tanggal 20 Juni 1990, menyelesaikan Sarjana pada Program Studi Pendidikan Tata Boga Jurusan Pendidikan Kesejahteraan Keluarga Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia tahun 2013. Tahun 2015 penulis berhasil menyelesaikan Magister Sains dari Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Program Studi Ilmu Gizi Masyarakat. Saat ini penulis merupakan staff pengajar pada Program Studi Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Siliwangi. Penulis aktif publikasi dan aktif sebagai mitra bestari pada Jurnal

Nasional maupun Jurnal Internasional yang berkaitan dengan bidang ilmu kesehatan, gizi dan ilmu pangan.



**Sanya Anda Lusiana**, lahir di Medan pada tanggal 10 Agustus 1985, menyelesaikan Sarjana pada Program Studi Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor Tahun 2008. Tahun 2016 Penulis berhasil menyelesaikan Magister Sains dari Program Studi Ilmu Gizi Masyarakat, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Saat ini penulis merupakan staff pengajar pada Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jayapura. Penulis aktif mempublikasi karya ilmiahnya di Jurnal Nasional dan Internasional yang berkaitan dengan bidang gizi dan pangan. Penulis juga telah beberapa kali

mengeluarkan buku bersama dengan penulis lainnya di penerbit Yayasan Kita Menulis. Selain itu, penulis sebagai chief in editor pada Jurnal Gema Kesehatan

Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jayapura dan sebagai reviewer di salah satu jurnal Nasional.



**Nining Tyas Triatmaja** lahir di Tangerang, pada 14 Januari 1991. Ia tercatat sebagai lulusan S1 dan S2 Institut Pertanian Bogor jurusan Ilmu Gizi dan saat ini menjadi Dosen Gizi di Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri sejak tahun 2015. Penulis mengampu mata kuliah Gizi dalam Daur Kehidupan, Dasar Ilmu Gizi, dan mata kuliah gizi lainnya. Selain aktif menulis buku, ia juga aktif menulis artikel ilmiah di beberapa jurnal terakreditasi, menjadi reviewer beberapa jurnal nasional dan mendapatkan beberapa hak cipta dari karyanya.



**Suryana**, lahir di Aceh Utara pada tanggal 18 Agustus 1985. Penulis pernah menempuh pendidikan Sarjana (SI) di Program Studi Gizi Masyarakat dan Sumber Daya Keluarga di Institut Pertanian Bogor (IPB) dan menamatkan pada tahun 2007. Pada tahun 2012 melanjutkan sekolah Pascasarjana di Program Studi Gizi Masyarakat di kampus yang sama yaitu IPB. Saat ini, penulis merupakan dosen aktif di Jurusan Gizi Poltekkes Kemenkes Aceh, dan menjadi Ketua YAMMI Aceh (Yayasan Makanan dan Minuman Indonesia), serta menjadi anggota pengurus organisasi PERGIZI Pangan Aceh dan PERSAGI Aceh. Penulis merupakan bagian dari penulis buku “Metodologi Penelitian Kesehatan, Dasar-Dasar Epidemiologi dan Kesehatan dan Gizi Anak dibawah penerbit Yayasan Kita Menulis. Beberapa karya lainnya dari penulis yaitu menghasilkan publikasi karya ilmiah di bidang pangan, gizi dan kesehatan, baik pada Jurnal Nasional maupun Jurnal Internasional.



**Nurul Utami** lahir di Bandar Lampung, pada tanggal 2 Juni 1990. Merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Saat ini sudah menikah dan memiliki 2 putra. Ia meraih gelar dokter (dr.) dari Universitas Padjadjaran pada tahun 2013, kemudian melanjutkan internship hingga tahun 2014. Pada tahun 2021 ia tercatat sebagai lulusan Program Studi Strata-2, Magister Ilmu Lingkungan Universitas Lampung. Sejak tahun 2015 mengajar Histologi di Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.



**Wilda Yunieswati** kelahiran Bogor, 3 Juni 1992. Penulis merupakan lulusan Magister Ilmu Gizi dari Institut Pertanian Bogor. Ia merupakan Dosen Tetap di Program Studi Sarjana Gizi, Fakultas Kedokteran dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Jakarta. Ia mengajar beberapa mata kuliah terkait Gizi, diantaranya, Konsultasi Gizi, Manajemen Industri Jasa Pangan, Dietetik Penyakit Tidak Menular dan Metabolisme Zat Gizi. Selain menjadi Dosen, penulis juga terdaftar sebagai anggota Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI)



**Windi Indah Fajar Ningsih.,S.Gz., M.P.H** lahir di Palembang, 15 Juni 1992 merupakan seorang mommy bagi cordelia alesha prewida dan mahesa khaleed anandito. Windi bekerja sebagai dosen di prodi gizi FKM Universitas Sriwijaya . Windi mengampu mata kuliah dasar gizi, metabolisme zat gizi makro dan mikro, dietetik serta pangan fungsional.



**Rosmauli Jerimia Fitriani S.Gz., M.Gz.** merupakan perempuan kelahiran Kotabumi, 13 April 1992. Pada tahun 2013 penulis lulus dari Poltekkes Kemenkes Semarang jurusan D3 Gizi, kemudian pada tahun 2014 melanjutkan studinya di S1 Gizi Universitas Muhammadiyah Surakarta dan S2 Gizi Universitas Sebelas Maret pada tahun 2016. Penulis yang memiliki email [rosmaulijf@upy.ac.id](mailto:rosmaulijf@upy.ac.id) saat ini bekerja sebagai dosen program studi gizi di Universitas PGRI Yogyakarta (UPY) dan aktif

melakukan Tri Dharma Perguruan Tinggi.



**Niken Bayu Argaheni, S.ST, M.Keb.** dosen di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Merupakan penulis Essai “When Midwives Know Gender Curriculum” (Pemenang Essay 2nd Health Professional Education International Conference DIKTI di Bali, Indonesia), Essai Kahlil Gibran di Indonesia diterbitkan Kedutaan Besar Lebanon, Essai di Jurnal Khittah “Pemberdayaan Kebangsaan dan Realita Ekonomi Mikro NU”, Artikel “Komunikasi

Heteronormativitas antara Tenaga Kesehatan dengan pasangan Lesbian dalam Proses Pengasuhan Anak” Proceeding Book 1st International Conference for Midwives (ICMID) April 2016 dan Artikel Oral Presentation of Research: “Relation Between Gravity and Varicose of Lower Limb” (International Conference of Public Health di Colombo, Sri Lanka). Penerima Hibah Riset Group “Pengaruh Mat Pilates Exercise Terhadap Skala Nyeri, Kecemasan, Frekuensi Nadi Pada Remaja Putri Dengan Dismenorea Primer Di Surakarta (2020)”, “Pembelajaran Daring Research Group Ibu Hamil Guna Pencegahan Covid-19 (2020)”, Merupakan Penulis buku Mutu Layanan Kebidanan Berbasis Bukti (2019), Kumpulan Soal Latihan Uji Kompetensi Bidan (2020), Revolusi Industri 4.0 dalam Reformasi Sosial Budaya di Negara ASEAN (2020), Asuhan Kebidanan Komplementer Berbasis Bukti (2020), Mempunyai HAKI: Aplikasi Simulasi Uji Kompetensi Kebidanan Alter Indonesia (2019), Kumpulan Soal Latihan Uji Kompetensi Bidan (2020). Dapat dihubungi di kontak: +6285740888008 dan email: [kinantiniken@gmail.com](mailto:kinantiniken@gmail.com).



**Fatmalina Febry, SKM., M.Si** Lahir di Palembang pada 8 Februari 1978. Fatma tercatat sebagai lulusan S1 Fakultas Kesehatan Masyarakat (2002) dan S2 Gizi Masyarakat Universitas Diponegoro (2006). Saat ini fatma sedang menempuh pendidikan doktoral di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Dari Tahun 2002 sampai sekarang bekerja sebagai Dosen Tetap di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya dan saat ini menjabat sebagai Ketua Jurusan Prodi Gizi.

Fatma sangat aktif dalam Tri Darma Perguruan Tinggi yaitu pendidikan, penelitian dan pengabdian. Bidang keilmuan yang ditekuni sampai saat ini adalah gizi masyarakat.



**Amalina Ratih Puspa** lahir di Kuala Lumpur, 17 Desember 1984. Ia tercatat sebagai lulusan S2 Ilmu Gizi, IPB University. Wanita yang kerap disapa Malie ini adalah anak dari pasangan Alm. Chandra Irwan Wahyudin (Ayah) dan Titi Retnawati (ibu). Saat ini Amalina aktif sebagai staf pengajar di Prodi Gizi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia, berbagai organisasi bidang gizi, pangan, dan halal.



**Dominikus Raditya Atmaka, S.Gz., M.P.H.** lahir di Pati, pada 18 Juni 1992. Dominikus merupakan lulusan S1 Gizi Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada (2014). Dominikus juga telah berhasil menyelesaikan program masternya di S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat, Minat Gizi dan Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada (2016). Tahun 2015-2018 Dominikus bekerja

sebagai Research Manager di Pusat Kesehatan dan Gizi Manusia (PKGM) dan mengajar sejumlah mata kuliah praktikum dan tutorial di Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada. Sejak tahun 2019, Dominikus aktif bekerja sebagai Dosen Tetap PNS di Departemen Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga. Selain itu Dominikus juga aktif menjadi Ahli Gizi Olahraga di KONI Jawa Timur dan menjadi Konsultan dan Edukator Gizi di sejumlah NGO. Dominikus juga tergabung dalam Center for Health, Nutrition Education, Counseling, and Empowerment (CHeNECE) dan telah berhasil menerbitkan sejumlah karya di jurnal Internasional dan nasional dari hasil penelitiannya. Dominikus menekuni bidang ilmu gizi klinis, dietetika, pengembangan produk makanan diet khusus, biokimia dan mikrobiologi makanan, serta suplementasi dan fortifikasi zat gizi mikro. Dominikus dapat dihubungi melalui email [dominikus.raditya@fkm.unair.ac.id](mailto:dominikus.raditya@fkm.unair.ac.id).



**Anwar Lubis** lahir di Jenepono, Sulawesi Selatan pada tanggal 13 Agustus 1989. Ia tercatat sebagai Dosen di Program Studi Ilmu Gizi Universitas Megarezky Makassar. Sebelumnya ayah 2 anak ini telah menyelesaikan studi magisternya di IPB University tahun 2015. Laki – laki penyuka pisang goreng ini, sering dilibatkan dalam riset – riset nasional yang digelar oleh Balitbangkes Kemenkes sebagai Penanggungjawab Teknik Kabupaten (PJT). Beberapa diantaranya adalah Riset Ketenagaan bidang Kesehatan (Risnakes) tahun 2017, Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, dan yang terbaru adalah Studi Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2021.

# ILMU GIZI DASAR

Tujuan dari penulisan buku ini tidak lain adalah untuk membantu dalam memahami konsep serta komponen yang terkait Ilmu Gizi Dasar.

Buku ini juga akan memberikan informasi secara lengkap mengenai:

- Bab 1 Pengertian Karbohidrat
- Bab 2 Klasifikasi Karbohidrat
- Bab 3 Fungsi Karbohidrat
- Bab 4 Kebutuhan Karbohidrat Dalam Sehari
- Bab 5 Sumber Karbohidrat
- Bab 6 Akibat Kekurangan dan Kelebihan Karbohidrat
- Bab 7 Pencernaan dan Metabolisme
- Bab 8 Kecukupan dan Kebutuhan Gizi
- Bab 9 Perhitungan Perencanaan Konsumsi
- Bab 10 Penilaian Konsumsi Pangan
- Bab 11 Gizi dalam Daur Kehidupan
- Bab 12 Penyakit Gizi Salah
- Bab 13 Gizi dan Sosial Budaya Gizi



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

