



# UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA

Jl. PGRI I Sonosewu No. 117 Yogyakarta - 55182 Telp. (0274) 376808, 373198, 373038 Fax. (0274) 376808

E-mail : [info@upy.ac.id](mailto:info@upy.ac.id)

**P E T I K A N**  
**KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA**  
Nomor : 115.1/SK/REKTOR-UPY/IX/2023

Tentang

**PENGANGKATAN DOSEN PENGAMPU MATA KULIAH SEMESTER GASAL  
TAHUN AKADEMIK 2023/2024 DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA**

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA  
REKTOR UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA

Menimbang : dst.  
Mengingat : dst.  
Memperhatikan: dst.

**M E M U T U S K A N**

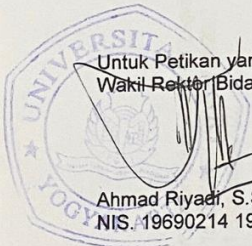
- Menetapkan : PENGANGKATAN DOSEN PENGAMPU MATA KULIAH SEMESTER GASAL TAHUN AKADEMIK 2023/2024 DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA
- Pertama : Mengangkat Saudara yang namanya tersebut pada lajur 2 Lampiran keputusan ini sebagai Dosen Pengampu Mata Kuliah pada Semester Gasal Tahun Akademik 2023/2024.
- Kedua : Menugaskan kepada para Dosen Pengampu Mata Kuliah dimaksud untuk melaksanakan pembelajaran matakuliah sebagaimana tercantum pada lajur 3 lampiran keputusan ini dengan sebaik-baiknya dan kepada yang bersangkutan diberikan honorarium sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA
- Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan ditinjau kembali apabila terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

PETIKAN Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Y o g y a k a r t a  
Pada tanggal : 01 September 2023  
Rektor,

ttd

Dr. Ir. Paiman, M.P <sup>2</sup>  
NIS. 19650916 199503 1 003 <sup>TR</sup>



Untuk Petikan yang sah  
Wakil Rektor Bidang Akademik dan Kelembagaan

Ahmad Riyadi, S.Si, M.Kom  
NIS. 19690214 199812 1 006

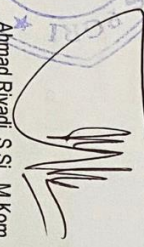
Tembusan disampaikan kepada :

1. Para Wakil Rektor
2. Para Dekan dan Direktur
3. Para Ketua Program Sarjana

Lampiran Keputusan Rektor Universitas PGRI Yogyakarta  
 Nomor : 115.2/SK/REKTOR-UPY/IX/2023  
 Tanggal : 01 September 2023

NO.	NAMA PENGAJAR & NIDN	MATA KULIAH	KODE MK	SKS	SEMESTER/ KELAS	PROGRAM
1. s.d 10						
11	Sri Hammini, M.Sc.	Bisnis Pertanian Kimia Dasar II (Organik) Ilmu Gizi Ekonomi Teknik Bisnis Pertanian Praktikum Bisnis Pertanian	PKM21138 PKM23119 PKM23133 PKM23138 FKM23113 FKM23114	3 2 3 2 2 1	V/A I/A III/A III/A V/A V/A	Program Sarjana Agroteknologi Program Sarjana Teknologi Hasil Pertanian Program Sarjana Teknologi Hasil Pertanian Program Sarjana Teknologi Hasil Pertanian Program Sarjana Teknologi Hasil Pertanian Program Sarjana Teknologi Hasil Pertanian
12 Dst.						

Untuk Petikan yang sah:  
 Wakil Rektor Bidang Akademik dan Kelembagaan



Ahmad Riyadi, S.Si., M.Kom  
 NIS. 19690214 199812 1 006

Rektor  
 ttd  
 D. Ir. Paiman, M.P  
 NIS. 19650916 199503 1 003



**BAHAN AJAR**

**MATA KULIAH ILMU GIZI**



**DISUSUN OLEH :**

**SRI HARMINI, S.T.P, M.Sc**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS PGRI YOGYAKARTA**

**2023/2024**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Bahan Ajar Ilmu Gizi yang merupakan salah satu dari luaran yang harus dipenuhi oleh dosen yang mengampu mata kuliah Sistem Industri Pertanian di Universitas PGRI Yogyakarta.

Dalam pembuatan Bahan Ajar Ilmu Gizi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan baik berupa bimbingan, saran dan kritik dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, ijin penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu dalam penyelesaian bahan ajar Ilmu Gizi.

Penulis menyadari bahwa dalam Bahan Ajar Ilmu Gizi ini, banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Akhir kata penulis ucapkan terimakasih, harapan penulis semoga Bahan Ajar ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

COVER.....	i
KATA PENGANTAR .....	ivi
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I. KARBOHIDRAT .....	1
A. PENDAHULUAN.....	1
B. KLASIFIKASI KARBOHIDRAT .....	2
C. ANALISA KARBOHIDRAT .....	5
BAB II. PROTEIN.....	7
A. PENDAHULUAN.....	7
B. KLASIFIKASI PROTEIN .....	8
BAB III. LIPID/LEMAK.....	10
A. PENDAHULUAN.....	10
B. KLASIFIKASI LIPID .....	10
C. ASAM LEMAK .....	11
BAB.4 MIKRONUTRIEN .....	15
A. PENDAHULUAN.....	15
B. VITAMIN .....	15
C. MINERAL.....	24
BAB.5 ANGKA KECUKUPAN GIZI (AKG).....	32
A. PENDAHULUAN.....	32
B. PERHITUNGAN AKG.....	32
C. LABEL INFORMASI NILAI GIZI .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....	40

# **BAB 1**

## **KARBOHIDRAT**

### **A. PENDAHULUAN**

Karbohidrat merupakan makromolekul yang penting bagi tingkat kehidupan makhluk hidup. Senyawa karbohidrat menyumbangkan 70 – 80% sumber energi untuk aktivitas manusia. Konsumsi rata-rata karbohidrat dalam makanan sekitar 65% dan energi yang dihasilkan dari metabolisme selular karbohidrat tersebut akan digunakan untuk metabolisme biomolekul lainnya seperti protein, lemak dan asam nukleat. Selain itu, lebih dari 90% komponen penyusun tumbuhan kering adalah karbohidrat. Secara umum, karbohidrat merupakan senyawa polihidroksialdehid atau polihidroksiketon dan derivatnya dalam bentuk unit tunggal yang sederhana maupun unit kompleks.

Pada tumbuhan, glukosa disintesis dari karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) melalui proses fotosintesis dan disimpan dalam bentuk pati atau selulosa. Binatang mensintesis karbohidrat dari lipid gliserol dan asam amino, akan tetapi derivat karbohidrat yang digunakan oleh binatang diambil dari tanaman. Glukosa bisa diabsorpsi langsung dalam aliran darah dan gula bentuk lain akan diubah menjadi glukosa dalam liver sehingga glukosa merupakan jenis karbohidrat yang penting. Sebagai sumber utama energi pada mamalia, glukosa dapat disintesis menjadi glikogen sebagai cadangan makanan, ribosa dan deoksiribosa pada asam nukleat, galaktosa pada laktosa susu, glikolipid dan kombinasi dengan protein (glikoprotein dan proteoglikan).

### **B. KLASIFIKASI KARBOHIDRAT**

Karbohidrat dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan yaitu

#### **1. Monosakarida**

Monosakarida adalah jenis karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis menjadi gula yang lebih sederhana. Berdasarkan gugus fungsinya, jenis monosakarida ada dua yaitu aldosa yang memiliki gugus fungsi aldehid dan ketosa yang memiliki gugus fungsi keton. Berdasarkan jumlah atom karbonnya, monosakarida terdiri dari triosa, tetrosa, pentosa, dan heksosa.

Monosakarida biasanya tidak berwarna, berupa padatan kristal, larut dalam air dan sulit larut dalam larutan nonpolar. Struktur monosakarida terdiri dari gugus aldehid atau keton

dengan dua atau lebih gugus hidroksil. Monosakarida yang memiliki gugus fungsional aldehid disebut dengan aldosa sedangkan yang memiliki gugus keton disebut ketosa. Aldosa paling sederhana adalah gliseraldehid yang terdiri dari tiga atom C sedangkan ketosa yang paling sederhana adalah dihidroksiaseton.

## 2. Oligosakarida

Oligosakarida adalah hasil kondensasi dari dua sampai sepuluh monosakarida. Oligosakarida dapat berupa disakarida, trisakarida dan tetrasakarida. Disakarida merupakan hasil kondensasi dua unit monosakarida. Contohnya adalah laktosa, maltosa dan sukrosa. Trisakarida merupakan hasil kondensasi tiga unit monosakarida dan tetrasakarida terdiri dari empat unit monosakarida.

Oligosakarida terbentuk karena adanya ikatan glikosidik antara molekul monosakarida pada atom C 1 molekul satu dengan gugus hidroksil (-OH) pada molekul lainnya. Biasanya ikatan glikosidik terbentuk antara C 1 pada satu molekul dengan C 3 pada molekul lainnya (1→3). Ikatan glikosidik yang umum adalah 1→3, 1→4 dan 1→6. Akan tetapi, ikatan 1→1 dan 1→2 juga mungkin terjadi. Ikatan dapat terjadi dalam bentuk molekul  $\alpha$  dan  $\beta$ .

### 1) Disakarida

Disakarida terdiri atas dua molekul monosakarida yang terikat dengan ikatan glikosidik. Beberapa contoh senyawa disakarida dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Nama	Monosakarida penyusun	Ikatan glikosidik	Nama umum
<b>maltosa</b>	Glukosa + Glukosa	1 → 4	$\alpha$ -D-glikopiranosil-(1→4)- $\beta$ -D-glukopiranosida
<b>selobiosa</b>	Glukosa + Glukosa	1 → 4	$\beta$ -D-glikopiranosil-(1→4)- $\beta$ -D-glukopiranosida
<b>gentiobiosa</b>	Glukosa + Glukosa	1 → 6	$\beta$ -D-glikopiranosil-(1→6)- $\beta$ -D-glukopiranosida
<b>sukrosa</b>	Glukosa + fruktosa	2 → 1	$\beta$ -D-fruktofuranosil-(2→1)- $\alpha$ -D-glukopiranosida
<b>laktosa</b>	Glukosa + galaktosa	1 → 4	$\beta$ -D-galaktopiranosil-(1→4)- $\beta$ -D-glukopiranosida
<b>trehalosa</b>	Glukosa + Glukosa	1 → 1	$\alpha$ -D-glikopiranosil-(1→1)- $\alpha$ -D-glukopiranosida

### 2) Trisakarida

Trisakarida terdiri atas tiga molekul monosakarida dimana antarmolekul terikat dengan ikatan glikosodik. Sejumlah trisakarida dapat ditemukan bebas di alam seperti rafinosa ( $\alpha$ -D-galaktopiranosil-(1→6)- $\alpha$ -D-glukopiranosil-(1→2)- $\beta$ -D-fruktofuranosida) yang sering dinamakan dengan gula beet dan melezitosa ( $\alpha$ -D-glukopiranosil-(1→3)- $\beta$ -D-fruktofuranosil-(2→1)- $\alpha$ -D-glukopiranosida).

## 3. Polisakarida

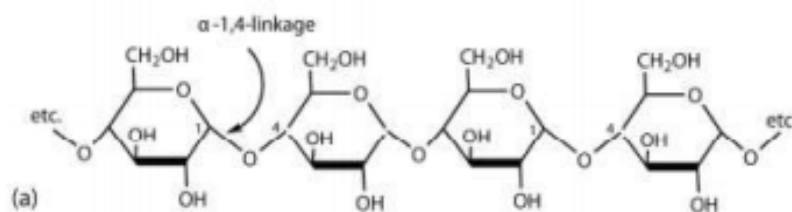
Polisakarida merupakan jenis karbohidrat kompleks yang terdiri atas unit monosakarida yang terikat dengan ikatan glikosidik. Secara nomenklatur, polisakarida dibagi menjadi dua, yaitu homopolisakarida dan heteropolisakarida. Polisakarida yang berfungsi sebagai bahan makanan cadangan yaitu pati dan glikogen, sedangkan pembentuk struktur molekul yaitu kitin dan selulosa.

Tabel. 1.1 Klasifikasi Karbohidrat

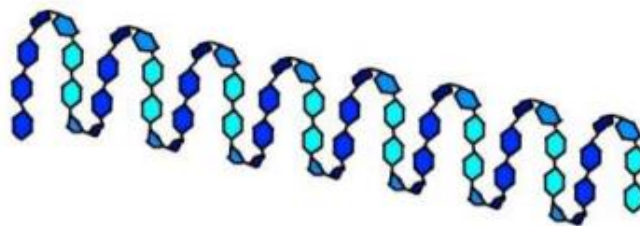
Karbohidrat						
Monosakarida		Oligosakarida			Polisakarida	
Gugus fungsional	Jumlah atom C	Disakarida	Trisakarida	Tetrasakarida	homopolisakarida	heteropolisakarida
Aldosa (glukosa)	Triosa	Maltosa	Raffinosa	Staciosa	Dekstrin	Asam hialuronik
	Tetrosa	Laktosa			Selulosa	Heparin
Ketosa (fruktosa)	Pentosa	Sukrosa			Glikogen	Kondroitin sulfat
	Heksosa		Inulin	Dermatan sulfat		
				Pati	Keratan sulfat	

a. Pati

Pati merupakan senyawa cadangan pada tumbuhan yang terdiri atas unit glukosa. Pati terdiri atas dua komponen homopolisakarida yaitu amilosa dan amilopektin. Susunan komponen tersebut dalam tumbuhan yaitu 10 – 30% amilosa dan 70 – 90% amilopektin. Amilosa memiliki struktur rantai lurus yang terbentuk dari ikatan glikosidik 1→4 antara molekul α-D-glukosa. Amilosa dapat membentuk struktur heliks dimana rata-rata terdapat 8 molekul glukosa setiap putaran heliks. Amilosa memiliki sifat sukar larut dalam medium air tetapi dapat membentuk suspensi miselar. Jika dianalisis dengan menggunakan iodin, amilosa akan membentuk kompleks berwarna biru.



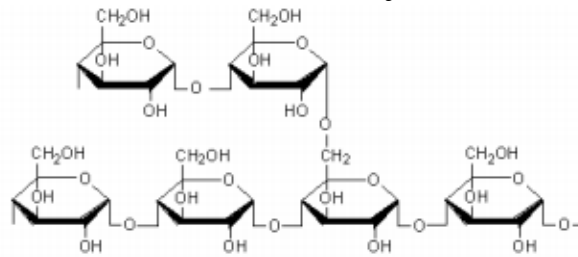
Gambar. Struktur Amilosa



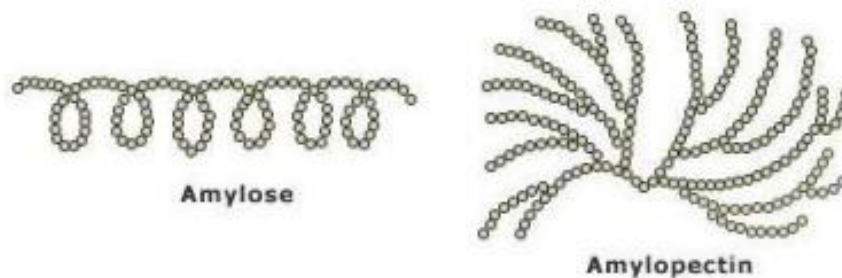
Gambar. Struktur Heliks Amilosa



Amilopektin merupakan polimer glukosa yang terdiri atas rantai lurus dengan ikatan glikosidik 1→4 dan cabang yang terbentuk dengan ikatan 1→6. Amilopektin akan memberikan perubahan warna merah-violet jika dianalisis dengan iodin.



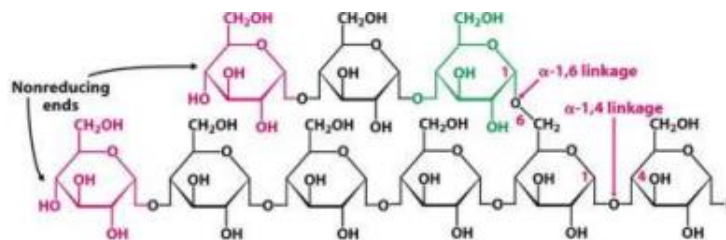
Gambar. Struktur Amilopektin



Gambar. Perbedaan Struktur Amilosa dan Amilopektin

#### b. Glikogen

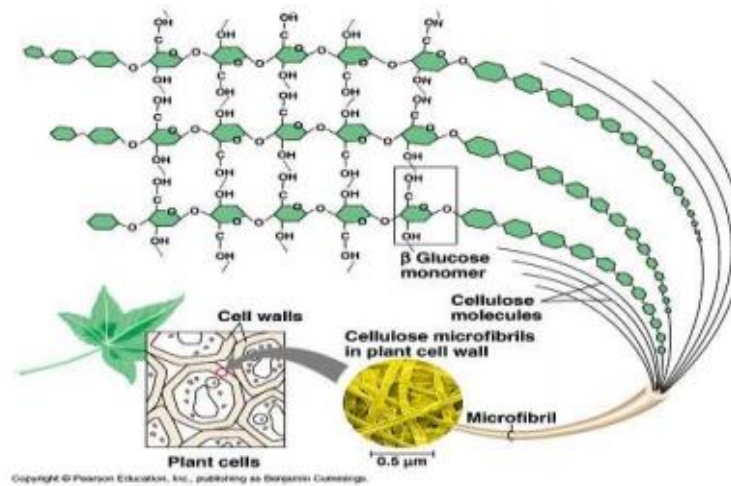
Glikogen merupakan jenis polisakarida yang berfungsi sebagai cadangan makanan pada hewan. Komposisi glikogen dalam liver adalah 10% sedangkan dalam otot 1 – 2%. Struktur glikogen sama dengan amilopektin tetapi memiliki 8 – 12 cincin residu pada cabang yang terikat pada 1→6. Analisis dengan larutan iodin akan memberikan perubahan warna merah-violet.



Gambar. Struktur Glikogen

#### c. Selulosa

Selulosa merupakan homopolisakarida yang terdiri atas 100 – 1000 unit βD-glukosa. Proses polimerisasi melalui proses kondensasi dengan ikatan glikosidik 1→4 antarmolekul glukosa. Pada dinding sel tanaman, fibril selulosa membentuk rantai paralel yang saling bersilangan antarlayer. Fibril tersebut juga membentuk matriks dengan hemiselulosa, pektin dan ekstensin. Rantai paralel selulosa pembentuk mikrofibril memiliki ikatan hidrogen antar rantai.



Gambar. Selulosa Pembentuk Mikrofilbril





Berikut adalah jenis-jenis polisakarida:

Tabel 1.4 Beberapa Jenis Polisakarida

Jenis Polisakarida		Keterangan
<b>Kitin</b>	Poliglukosa amina	Ditemukan dalam dinding sel fungi dan eksoskeleton insekta
<b>Kalosa</b>	Poli-1-3-glukosa	Ditemukan dalam dinding <i>phloem tubes</i>
<b>Dekstran</b>	Poli-1-2, 1-3, dan 1-4 glukosa	Cadangan makanan pada fungi dan bakteri
<b>Inulin</b>	polifruktosa	Cadangan makanan pada tumbuhan
<b>Agar</b>	Poligalaktosa sulfat	Ditemukan pada algae dan digunakan untuk membuat agar plate
<b>Murein</b>	Polimer gula-peptida	Ditemukan pada dinding sel bakteri
<b>Lignin</b>	Polimer kompleks	Ditemukan pada dinding sel xylem, komponen utama kayu

### C. ANALISA KARBOHIDRAT

No.	Tes	Hasil positif untuk	Keterangan
1	Tes Molish	Semua karbohidrat. Monosakarida menghasilkan warna ungu dengan cepat sedangkan polisakarida bereaksi lebih lambat	 <p>Hasil negatif (kiri) dan hasil positif (kanan)</p>
2	Tes I <sub>2</sub> /KI	Pati	 <p>Hasil negatif (kiri) dan hasil positif (kanan)</p>

3	Tes Barfoed	Gula pereduksi (monosakarida)		
Hasil negatif (kiri) dan hasil positif (kanan)				
4	Tes Seliwanoff	Ketosa		
Hasil negatif (kiri) dan hasil positif (kanan)				
5	Tes Benedict	Gula pereduksi		
Hasil negatif (kiri) dan hasil positif (kanan)				
6	Tes Bial	Pentosa		
Hasil negatif (kiri dan tengah) dan hasil positif (kanan)				

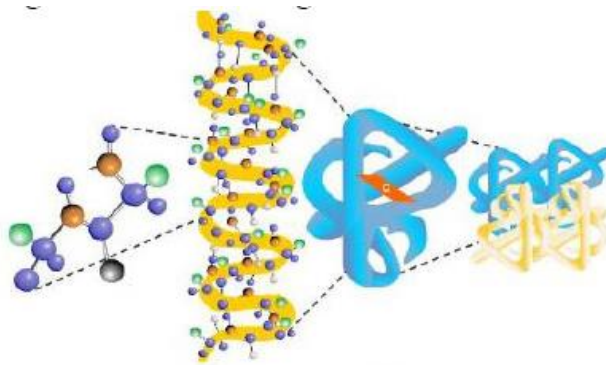
## BAB 2

### PROTEIN

#### A. PENDAHULUAN

Protein merupakan komponen penting atau komponen utama sel hewan atau manusia. Oleh karena sel itu merupakan pembentuk tubuh kita, maka protein yang terdapat dalam makanan berfungsi sebagai zat utama dalam pembentukan dan pertumbuhan tubuh. Untuk dapat melakukan fungsi biologis, protein melipat ke dalam satu atau lebih konformasi spasial yang spesifik, didorong oleh sejumlah interaksi non-kovalen seperti ikatan hidrogen, interaksi ionik, gaya van der Waals, dan sistem kemasan hidrofobik. Struktur tiga dimensi perotein sangat diperlukan untuk memahami fungsi protein pada tingkat molekul.

Struktur protein bervariasi dalam hal ukuran, dari puluhan hingga ribuan residu. Protein diklasifikasikan berdasarkan ukuran fisik mereka sebagai nanopartikel (1-100 nm). Sebuah protein dapat mengalami perubahan struktural reversibel dalam menjalankan fungsi biologisnya. Struktur alternatif protein yang sama disebut sebagai konformasi.

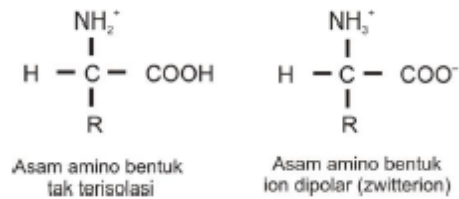


Gambar. Struktur Protein

Protein juga digunakan sebagai sumber energi apabila tubuh kita kekurangan karbohidrat dan lemak. Komposisi rata-rata unsur kimia yang terdapat dalam protein ialah sebagai berikut: karbon 50%, hidrogen 7%, oksigen 23%, nitrogen 16%, belerang 0,3%, dan fosfor 0,3%. Fungsi utama protein bagi tubuh adalah untuk pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan, pembentukan senyawa tubuh yang esensial, regulasi keseimbangan air, mempertahankan netralitas tubuh, pembentukan antibodi dan transpor zat gizi (nutrien)

Asam amino merupakan unit dasar struktur protein. Suatu asam amino- $\alpha$  terdiri dari gugus amino, gugus karboksil, atom H dan gugus R tertentu yang semuanya terikat pada

atom karbon  $\alpha$  . Atom karbon ini disebut  $\alpha$  karena bersebelahan dengan gugus karboksil (asam). Gugus R menyatakan rantai samping.



Gambar. Struktur Asam Amino

## B. KLASIFIKASI PROTEIN

Protein tersusun dari asam amino yang membentuk ikatan peptida terdiri dari C, H, O dan N. Umumnya pada protein ditemukan 20 jenis rantai samping yang bervariasi dalam *ukuran, bentuk muatan, kapasitas pengikatan hidrogen dan reaktivitas kimia*. Susunan protein pada semua spesies mulai dari bakteri sampai manusia dibentuk dari 20 asam amino yang sama dan tidak pernah berubah selama evolusi. Keanekaragaman fungsi yang diperantarai oleh protein dimungkinkan oleh keragaman susunan yang dibuat dari 20 jenis asam amino ini sebagai unsur pembangun. Asam amino protein dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam yaitu:

### 1. Asam Amino Esensial

Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh sehingga perlu adanya asupan dari luar untuk menambah asam amino ini. Ada delapan jenis asam amino esensial yaitu metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, valin, lisin, leusin dan isoleusin. Untuk anak-anak asam amino esensial ini ditambah dengan histidin semenstara untuk orang dewasa ditambah dengan arginin. Campuran asam amino esensial dalam jumlah yang sesuai akan menghasilkan pertumbuhan yang pesat pada tubuh. Adapun kebutuhan asam amino untuk setiap orang berbeda-beda tergantung pada jenis kelamin, umur dan kondisi tubuhnya. Misalnya kebutuhan asam amino pada bayi dan anak-anak berbeda dengan orang dewasa, kebutuhan pria berbeda dengan wanita, begitu pula kebutuhan wanita hamil berbeda dengan wanita biasa. Jumlah minimum asam amino esensial yang dibutuhkan oleh orang dewasa rata-rata per hari dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel. Kebutuhan minimal asam amino esensial pada prang dewasa

Asam amino	Minuman gram/hari	
	Laki-laki	Wanita
Isoleusin	0.70	0.45
Leusin	1.10	0.62
Lisin	0.80	0.50
Fenilalanin	1.10	0.22
Metionin	1.10	0.29
Treonin	0.50	0.31
Triptofan	0.25	0.61
Valin	0.80	0.65

Sumber: BURTON (1965)

## 2. Asam Amino Semi Esensial

Asam amino semi esensial adalah asam amino yang memiliki fungsi seperti asam amino esensial sehingga dapat digunakan untuk menghemat pemakaian asam amino esensial namun tidak dapat menggantikan asam amino esensial sepenuhnya. Asam amino yang masuk ke golongan semi esensial diantaranya adalah histidin, tirosin, sistin, glisin, serin dan niasin.

## 3. Asam Amino Non Esensial

Asam amino non esensial adalah asam amino yang dapat disintesis dan dibentuk oleh tubuh dan berfungsi sebagai pertumbuhan tubuh. Asam amino yang masuk ke golongan non esensial diantaranya adalah alanin, asam hidroksi glutamat, asam aspartat, prolin, hidroksi prolin, neuleusin, sitrulin dan hidroksi glisin.

## **BAB III**

### **LIPID/LEMAK**

#### **A. PENDAHULUAN**

Lipid merupakan biomolekul yang sangat penting dalam kebutuhan makanan kita. Salah satu bentuk lipid adalah trigliserol dan lipoprotein. Trigliserol adalah sumber cadangan kalori yang memiliki energi tinggi. Jika dibandingkan, metabolisme karbohidrat dan protein akan menghasilkan energi sekitar 4 sampai 5 kkal/g, sedangkan trigliserol bisa menghasilkan 9 kkal/g. Fungsi biologi lipid tergantung pada struktur kimianya. Minyak dan lemak merupakan cadangan makanan pada banyak organisme. Fosfolipid dan sterol merupakan struktur primer pembentuk membran. Beberapa jenis lipid yang jumlahnya terbatas pada sel organisme memiliki fungsi sebagai kofaktor, electron carriers, pigmen pengabsorpsi cahaya, ujung hidrofobik protein, agen pengemulsi, hormon dan messenger intraselular. Sebagai bentuk umum lipid yang berfungsi sebagai cadangan makanan, minyak dan lemak memiliki bentuk sebagai asam lemak dan derivatnya. Asam lemak merupakan derivat hidrokarbon yang memiliki tingkat oksidasi rendah. Lipid relatif tidak bisa larut dalam air dan bisa larut dalam pelarut nonpolar seperti eter dan kloroform.

#### **B. KLASIFIKASI LIPID**

##### 1) Lipid Sederhana

merupakan ester yang terbentuk dari asam lemak dengan beberapa gugus alkohol.

- a) Lemak. Bentuk ester asam lemak dengan gliserol. Minyak merupakan bentuk cair dari lemak.
- b) Lilin. Bentuk ester asam lemak yang memiliki berat molekul besar dengan bentuk alkohol monohidrat.

##### 2) Lipid Kompleks. Ester yang terbentuk dari asam lemak yang mengandung gugus lain yang teradisi pada gugus alkohol atau asam lemak.

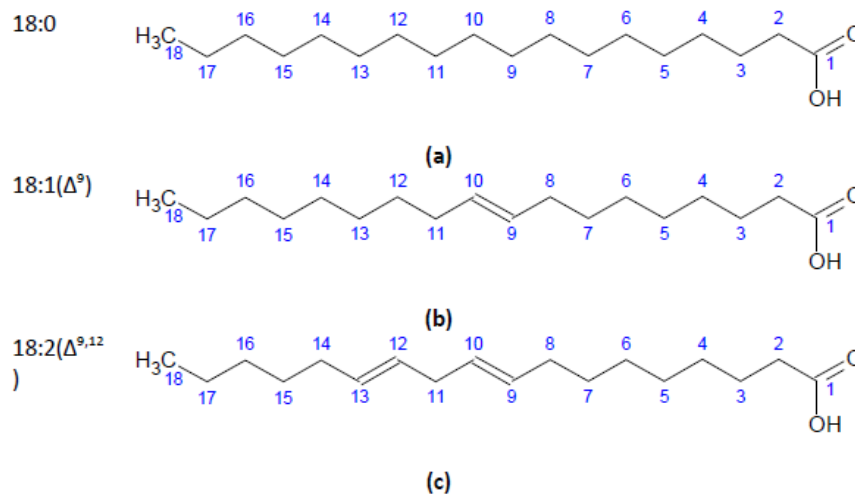
- a) Fosfolipid. Lipid yang mengandung residu asam fosfat. Molekul ini mengandung basa nitrogen dan substituen lainnya, misalnya gliserofosfolipid memiliki gugus alkohol berupa gliserol dan spingofosfolipid memiliki gugus alkohol berupa spingosin.
- b) Glikolipid (glikospingolipid). Lipid yang mengandung asam lemak, spingosin dan karbohidrat.
- c) Lipid kompleks lainnya. Misalnya sulfolipid, aminolipid dan lipoprotein.

3) Lipid prekursor dan derivat. Contoh lipid kategori ini adalah asam lemak, gliserol, steroid, aldehyd lemak, keton bodies, lipid yang terlarut pada vitamin dan hormon.

### C. ASAM LEMAK

#### 1. Nomenklatur Asam Lemak

Asam lemak merupakan komponen penyusun lipid yang memiliki bentuk berupa kepala dan ekor. Kepala asam lemak berupa gugus karboksil yang diberi nomor karbon 1 dan ekor berupa senyawa hidrokarbon jenuh atau tak jenuh. Karbon setelah gugus karboksil diberi nomor 2, 3, 4 dan seterusnya. Asam lemak memiliki karbon sekitar 4 sampai 36. Adanya ikatan rangkap pada rantai karbon penyusun asam lemak sering dilambangkan dengan  $\Delta$  (delta) yang diikuti dengan nomor karbon yang memiliki ikatan rangkap.



Gambar. (a) Asam Stearat, (b) Asam Oleat, (c) Asam Linolenat

#### 2. Asam Jenuh dan Tak Jenuh

Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang rantai hidrokarbon pembentuknya tidak memiliki ikatan rangkap sedangkan asam lemak tak jenuh memiliki ikatan rangkap. Beberapa asam lemak jenuh dapat dilihat pada Tabel



Tabel. Asam Jenuh

Nama	Karbon Skeleton	Keterangan
Asam asetat	2:0	Hasil akhir produk mayor fermentasi karbohidrat organisme rumen dan cecum herbivora
Asam propionat	3:0	Salah satu hasil akhir produk fermentasi karbohidrat organisme rumen dan cecum herbivora
Asam butirrat	4:0	Jenis lemak pada butter. Salah satu hasil akhir produk fermentasi karbohidrat organisme rumen dan cecum herbivora
Asam valerat	5:0	
Asam kaproat	6:0	
Asam laurat (asam n-Dodekanoat)	12:0	Asam lemak pada kayu manis, biji palem, minyak kelapa, butter
Asam miristat (asam n-tetradekanoat)	14:0	Asam lemak pada pala, biji palem, minyak kelapa, butter
Asam palmitat (asam n-heksadekanoat)	16:0	Lemak yang umum pada tanaman dan hewan
Asam stearat (asam n-oktadekanoat)	18:0	
Asam arachidat (asam n-eikosanoat)	20:0	

Asam lemak tak jenuh dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a) Monounsaturated

Asam lemak ini memiliki satu ikatan rangkap, misalnya asam oleat (omega 9).

b) Polyunsaturated

Asam lemak ini memiliki dua atau lebih ikatan rangkap, contohnya adalah omega 6 (asam lenoleat, Conjugated Linoleic Acid (CLA), Glucopyranocyl Lipid Adjuvant (GLA), dan asam arachidonat) dan omega 3 (asam linolenat, Eicosapentaenoic Acid (EPA) dan Docosahexaenoic Acid (DHA)).

c) Eicosanoid

Senyawa ini merupakan derivat dari asam lemak eikosa polinoat yang terdiri dari 20 karbon. Misalnya prostanoat, leukotrien (LTs) dan lipoksin (LXs). Prostanoat meliputi prostaglandin (PGs), prostasiklin (PGIs) dan tromboksan (TXs).

Tabel. Asam Lemak Tak Jenuh

Nama	Karbon Skeleton	Keterangan
<b>Asam monoenoat (satu ikatan rangkap)</b>		
Asam palmitat	16:1( $\Delta^9$ )	Kandungan utama lemak
Asam oleat	18:1( $\Delta^9$ )	Kandungan utama lemak alami
Asam elaidat	18:1( $\Delta^9$ )	Hasil hidrogenasi dan lemak ruminansia
<b>Asam dienoat (dua ikatan rangkap)</b>		
Asam linoleat	18:2( $\Delta^{9,12}$ )	Jagung, kacang tanah, biji kapas, kacang hijau, dan minyak nabati
<b>Asam trienolat (tiga ikatan rangkap)</b>		
Asam $\gamma$ -linolenat	18:3( $\Delta^{6,9,12}$ )	Sebagian besar terdapat pada minyak nabati seperti evening primrose oil dan borage oil. Sebagian kecil pada minyak hewani
Asam $\alpha$ -linolenat	18:3( $\Delta^{9,12,15}$ )	Terdapat pada minyak biji rami
<b>Asam tetraenoat (empat ikatan rangkap)</b>		
Asam arachidonat	20:4( $\Delta^{5,8,11,14}$ )	Terdapat pada lemak hewani dan minyak kacang tanah serta komponen penting penyusun fosfolipid pada hewan
<b>Asam pentaenoat (lima ikatan rangkap)</b>		
Asam timnodonat	20:5( $\Delta^{5,8,11,14,17}$ )	Komponen penting dalam minyak ikan seperti minyak ikan cod, makarel, menhaden dan salmon
<b>Asam heksaenoat (enam ikatan rangkap)</b>		
Asam servonat	20:6( $\Delta^{4,7,10,13,16,19}$ )	Terdapat pada minyak ikan dan fosfolipid pada otak

### 3. Triglicerida

Lipid sederhana yang terdiri atas asam lemak adalah triasilgliserol atau triglicerida. Triasilgliserida terdiri atas tiga asam lemak yang tersambung dengan single gliserol. Asam lemak pembentuk triglicerida dapat terdiri dari jenis yang sama atau campuran dua atau lebih asam lemak. Gugus hidroksil polar pada gliserol dan gugus karboksil polar pada asam lemak akan membentuk ikatan ester. Triglicerida yang terbentuk bersifat nonpolar, hidrofobik dan tidak larut dalam air.

Triglicerida merupakan cadangan makanan yang kaya energi. Pada vertebrata, triglicerida disimpan dalam bentuk lemak di dalam sel. Sedangkan tumbuhan menyimpan triglicerida dalam benihnya. Enzim lipase dapat menghidrolisis triglicerida menjadi asam lemak untuk menghasilkan energi. Keuntungan triglicerida sebagai cadangan makanan dibandingkan dengan glikogen atau pati adalah:

- Atom karbon pada asam lemak lebih mudah direduksi daripada sakarida sehingga proses oksidasi triglicerida lebih banyak menghasilkan energi dua atau lebih kali lipat dibandingkan dengan polisakarida.
- Triglicerida bersifat hidrofobik dan anhidrat sehingga organisme yang menimbun lemak sebagai cadangan makanan tidak memiliki berat ekstra yang disebabkan oleh hidrasi air.

Pada tubuh manusia, kandungan trigliserida dalam aliran darah pada level yang tinggi dapat meningkatkan resiko serangan jantung dan stroke. Dampak negatif yang disebabkan oleh level trigliserida dapat diketahui lewat perbandingan LDL:HDL. Level trigliserida dalam tubuh dapat dilihat pada Tabel Trigliserida merupakan cadangan makanan yang kaya energi. Pada vertebrata, trigliserida disimpan dalam bentuk lemak di dalam sel. Sedangkan tumbuhan menyimpan trigliserida dalam benihnya. Enzim lipase dapat menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak untuk menghasilkan energi. Keuntungan trigliserida sebagai cadangan makanan dibandingkan dengan glikogen atau pati adalah:

- a) Atom karbon pada asam lemak lebih mudah direduksi daripada sakarida sehingga proses oksidasi trigliserida lebih banyak menghasilkan energi dua atau lebih kali lipat dibandingkan dengan polisakarida.
- b) Trigliserida bersifat hidrofobik dan anhidrat sehingga organisme yang menimbun lemak sebagai cadangan makanan tidak memiliki berat ekstra yang disebabkan oleh hidrasi air.

Pada tubuh manusia, kandungan trigliserida dalam aliran darah pada level yang tinggi dapat meningkatkan resiko serangan jantung dan stroke. Dampak negatif yang disebabkan oleh level trigliserida dapat diketahui lewat perbandingan LDL:HDL. Level trigliserida dalam tubuh dapat dilihat pada Tabel

Tabel. Level Trigliserida

Level (mg/dL)	Level (mmol/L)	Keterangan
<150	<1,70	Normal – resiko rendah
150 – 199	1,70 – 2,25	Sedikit di atas normal
200 – 499	2,26 – 5,65	Beresiko
500 atau lebih tinggi	>5,65	Beresiko tinggi

## **BAB 4 MIKRONUTRIEN**

### **A. PENDAHULUAN**

Zat gizi mikro atau mikronutrien merupakan jenis zat gizi yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah kecil, yaitu kurang dari 100 mg per hari. Meskipun demikian zat-zat tersebut tetap memiliki fungsi yang sangat signifikan bagi tubuh, bahkan akhir-akhir ini semakin banyak dikaji karena berbagai khasiatnya bagi daya tahan tubuh. Yang termasuk zat gizi mikro di sini adalah vitamin dan mineral.

Vitamin sendiri dibedakan menjadi vitamin larut lemak dan vitamin larut air. Vitamin larut lemak terdiri dari vitamin A, vitamin D, vitamin E, dan vitamin K; sedangkan vitamin larut air terdiri dari vitamin B dan vitamin C. Untuk itu pembahasan mengenai vitamin akan disusun berdasarkan sifat kelarutannya tersebut.

Mineral bersifat esensial karena merupakan unsur anorganik yang memiliki fungsi fisiologis yang tidak dapat dikonversikan dari zat gizi lain sehingga harus selalu tersedia dalam makanan yg dikonsumsi. Berdasarkan kebutuhan dan ketersediaannya dalam tubuh, mineral dikelompokkan menjadi mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro diperlukan tubuh  $\geq 100$  mg/hr dan menyusun  $\geq 0.05\%$  BB tubuh total atau menyusun  $\geq 6$  g pada tubuh dengan BB 60 kg. Adapun mineral mikro diperlukan tubuh  $< 100$  mg/hari dan menyusun tubuh  $< 0.05\%$  berat badan total.

### **B. VITAMIN**

Vitamin adalah senyawa kimia sangat esensial dibutuhkan tubuh walaupun dalam jumlah yang sangat kecil tetapi penting untuk pemeliharaan kesehatan dan pertumbuhan normal. Ada tidaknya vitamin dalam tubuh sangat menentukan normal tidaknya di dalam tubuh, sehingga harus masuk ke dalam tubuh sudah dalam bentuk jadi dari bahan makanan. Meskipun vitamin-vitamin ini diperlukan hanya dalam jumlah yang sedikit, sebaliknya jika badan kekurangan zat ini akan menimbulkan hal-hal yang merugikan. Di balik itu, beberapa vitamin dapat pula memberikan pengaruh buruk, jika terdapat dalam makanan dalam jumlah yang terlalu banyak sehingga berlebihan. Kalau seseorang kekurangan vitamin di dalam makanannya tetapi belum memperlihatkan tanda-tanda penyakit yang nyata, ia dikatakan menderita hipovitaminosis, jika sudah sampai terlihat tanda-tanda klinik yang nyata, disebut avitaminosis. Kalau terlalu banyak mendapatkan vitamin, sehingga menimbulkan

akibat-akibat yang tidak baik maka disebut hipervitaminosis. Vitamin dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu

### **1. Vitamin Larut Lemak**

Vitamin yang masuk kedalam kelompok vitamin larut lemak yaitu vitamin A, D, E dan K.

#### **a. Vitamin A**

Di dalam bahan pangan nabati, sebagian besar sumber vitamin A adalah dalam bentuk karotenoid yang merupakan pro-vitamin A. Ada berbagai jenis karoten dalam tanaman, tetapi yang paling banyak ditemukan adalah bentuk  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -karoten dan kriptosantin. Pro-vitamin A ini banyak terdapat pada bahan pangan yang berwarna kuning, oranye atau merah, juga pada sayuran yang berwarna hijau.

Di dalam bahan pangan hewani, vitamin A berada dalam bentuk vitamin A yang aktif dan siap digunakan tubuh. Karena sifatnya yang larut lemak, vitamin A dari pangan hewani banyak ditemukan pada bahan pangan yang berlemak.

Di dalam tubuh, pro-vitamin A yang dikonsumsi akan diubah menjadi vitamin A yaitu pada dinding usus. Hanya saja perlu diperhatikan bahwa daya serap tubuh terhadap karoten hanya sekitar 33%, dan hanya setengahnya yang akan diubah menjadi vitamin A dalam tubuh. Dengan demikian hanya sekitar 1/6 karoten yang terserap dan dapat dimanfaatkan oleh tubuh, atau dengan kata lain aktivitas biologis karoten setara dengan 1/6 aktivitas biologis vitamin A.

Sementara itu, karoten merupakan sumber vitamin A yang banyak dikonsumsi orang Indonesia. Karena itu, dalam menentukan kandungan vitamin A dari makanan perlu diperhatikan jumlah vitamin A yang aktif, yaitu penjumlahan dari vitamin A bentuk aktif retinol dan pro-vitamin A yang telah dikonversi dalam bentuk aktif.

Konsumsi vitamin A yang berlebih atau dikenal dengan hiperavitaminosis A akibat mengonsumsi 75.000-500.000 SI (sekitar 45-300 mg  $\beta$ -karoten) setiap hari selama beberapa bulan akan mengakibatkan keracunan yang ditandai dengan pembengkakan pada kaki dan pergelangan kaki, kelelahan, penurunan berat badan, sakit secara berselang-seling pada bahu dan pergelangan, kaki.

Pangan hewani yang menjadi sumber vitamin A pada umumnya juga merupakan sumber lemak, seperti hati, minyak hati ikan, susu dan produk susu, mentega, dan telur. Adapun pangan nabati yang menjadi sumber vitamin A umumnya adalah

sumber  $\beta$ -karoten sebagai pro-vitamin A, yaitu sayuran dan buah berwarna kuning dan oranye seperti wortel, tomat, semangka, ubi jalar, serta sayuran daun berwarna hijau tua seperti bayam dan daun singkong.

#### **b. Vitamin D**

Vitamin D merupakan jenis sterol yang mengandung gugus alkohol dan bersifat larut lemak. Sterol sangat stabil terhadap panas, oksidasi dan tahan terhadap asam dan basa. Vitamin D sangat peka terhadap cahaya dengan gelombang pendek seperti ultraviolet yang terdapat pada sinar matahari. Berbeda dengan vitamin-vitamin lainnya, vitamin D pada dasarnya dapat disintesis dalam tubuh dengan adanya sinar ultraviolet. Dalam kondisi terpapar matahari dengan cukup, vitamin D dari makanan menjadi tidak diperlukan lagi.

Dengan adanya sinar ultraviolet, vitamin D dalam hati akan diubah menjadi bentuk aktif 25-hidroksi kolekalsiferol yang memiliki tingkat keaktifan lima kali lebih aktif dibandingkan vitamin D<sub>3</sub>. Vitamin D bentuk aktif tersebut kemudian diangkut dalam darah ke berbagai jaringan tubuh untuk dimanfaatkan.

Fungsi vitamin D erat kaitannya dengan mineralisasi tulang. Vitamin D, terutama bentuk aktif kalsitriol, akan meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfor yang merupakan zat utama pada proses pengerasan tulang. Mekanisme peningkatan penyerapan yaitu dengan peran vitamin D dalam merangsang sintesis protein pengikat kalsium dan protein pengikat fosfor pada mukosa usus halus. Dengan demikian, jika kadar vitamin D dalam darah kurang, maka penyerapan kalsium dan fosfor akan terhambat sehingga proses mineralisasi (pemadatan) tulang menjadi terhambat.

Kekurangan vitamin D akan menyebabkan riketsia, yaitu penyakit dimana tulang tidak dapat melakukan kalsifikasi yang ditandai dengan bentuk tulang yang bengkok menyerupai bentuk huruf "O" atau "X". Penyakit ini terjadi pada kelompok anak-anak. Jika belum berlanjut, kondisi tersebut dapat disembuhkan dengan mengkonsumsi vitamin D dalam jumlah besar yang sesuai. Riketsia pada orang dewasa dikenal dengan istilah Osteomalasia, biasanya terjadi pada wanita yang konsumsi kalsiumnya juga rendah, sedikit terpapar sinar ultraviolet, dan mengalami banyak kehamilan dan menyusui sehingga banyak mengambil kalsium pada tulang untuk kepentingan bayi yang dikandungnya. Secara umum penyakit akibat kekurangan vitamin D tidak menjadi masalah di Indonesia. Hal ini

disebabkan oleh kondisi daerah tropis yang banyak mendapatkan paparan sinar matahari.

Konsumsi vitamin D yang berlebihan, yaitu minimal 5 kali dari jumlah yang dianjurkan sehari, akan menyebabkan absorpsi kalsium yang berlebihan sehingga terjadi pengendapan kalsium yang berlebihan (hiperkalsemia) pada tulang dan jaringan lunak tubuh lainnya seperti pembuluh darah, jantung, ginjal, dan paru-paru. Pengendapan pada ginjal dalam upaya ekskresi dapat menyebabkan kematian. Pangan hewani yang menjadi sumber vitamin D adalah minyak hati ikan, kuning telur, dan mentega. Adapun vitamin D pada pangan nabati sangat rendah.

### **c. Vitamin E**

Vitamin E terdapat dalam 4 bentuk, yaitu bentuk  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ - tokoferol. Keaktifan keempat bentuk tokoferol tersebut berbeda-beda dimana bentuk alfa memiliki tingkat keaktifan vitamin E paling tinggi. Satuan umum vitamin E adalah Tokoferol Ekuivalen (TE) yang setara -tokoferol. Selain itu vitamin E dapat juga dinyatakan dalam  $\alpha$ dengan mg d- Satuan Internasional (SI). 1 mg TE setara dengan 1.49 SI. Karena vitamin E terdiri dari beberapa bentuk, perhitungan bentuk vitamin E lain harus disetarakan dengan bentuk alfa, yaitu dengan cara mengalikan kandungannya dengan nilai aktivitas biologis relatif di atas. Vitamin E bersifat cukup tahan panas, tetapi tidak tahan terhadap alkali, sinar matahari, dan oksigen. Karena sifatnya yang larut lemak, vitamin E dalam tubuh sebagian besar disimpan dalam jaringan lemak dan selainnya disimpan dalam hati.

Fungsi utama vitamin E adalah sebagai antioksidan dengan memberikan atom hidrogen kepada radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul yang sangat reaktif dan bersifat merusak serta memiliki atom tidak berpasangan. Dengan menerima atom hidrogen dari vitamin E maka radikal bebas tersebut menjadi tidak reaktif lagi. Dalam kondisi tidak ada antioksidan, radikal bebas dapat menyerang molekul fungsional dalam tubuh sehingga menyebabkan gangguan dalam menjalankan fungsinya. Di samping itu, vitamin E diduga memiliki fungsi lain tetapi masih perlu pembuktian lebih lanjut, seperti: berperan dalam sintesis DNA, mencegah keguguran dan sterilisasi, serta mencegah gangguan menstruasi.

Gangguan yang dapat terjadi akibat defisiensi vitamin E adalah hemolisis eritrosit yang dapat diperbaiki dengan pemberian vitamin E dosis tinggi yang sesuai. Gangguan lain yang bisa terjadi adalah sindroma neurologik yang

menyebabkan gangguan pada fungsi sumsum tulang belakang dan retina. Gejala yang ditimbulkannya adalah kehilangan koordinasi dan refleks otot, gangguan penglihatan dan gangguan dalam berbicara.

Toksisitas vitamin E akibat konsumsi berlebihan tidak terlalu berat seperti halnya akibat yang ditimbulkan oleh vitamin A dan vitamin D, yaitu adanya gangguan dalam saluran cerna. Keracunan ini dapat terjadi jika konsumsi lebih dari 600 mg sehari atau sekitar 60-75 kali angka kecukupan yang dianjurkan. Selain itu, konsumsi vitamin E dosis tinggi dapat meningkatkan efek antikoagulan yang dapat mencegah penggumpalan darah. Vitamin E mudah ditemukan pada banyak jenis makanan, terutama minyak tumbuh-tumbuhan, serta buah-buahan dan sayuran.

#### **d. Vitamin K**

Di alam terdapat dalam dua bentuk, vitamin K1 (filokinon) dan vitamin K2 (menakinon). Menakinon dapat disintesis dalam saluran pencernaan oleh bakteri. Di samping itu ada pula vitamin K dalam bentuk sintetis, yaitu menadion yang kemudian dikenal sebagai vitamin K3 dan memiliki tingkat keaktifan tiga kali lebih baik dibanding vitamin K alami. Selain larut lemak, vitamin K bersifat tahan panas sehingga tidak rusak oleh cara pemasakan biasa. Meskipun demikian, vitamin K mudah rusak oleh radiasi cahaya, asam, dan alkali.

Vitamin K besar peranannya dalam proses pembekuan darah sehingga dapat mencegah terjadinya perdarahan, terutama pada saat proses operasi. Vitamin K merupakan kofaktor enzim karboksilase yang diperlukan dalam sintesis protrombin. Protrombin setelah diubah menjadi trombin dapat mengubah fibrinogen menjadi fibrin yang bersifat membeku sehingga dapat membekukan darah. Dengan demikian jika kekurangan vitamin K maka proses koagulasi darah akan terhambat akibat terhambatnya produksi protrombin. Peluang seseorang normal defisiensi Vit K kecil, karena ketersediaan Vitamin K di tanaman (pangan) sangat banyak di samping vitamin K dapat disintesis di dalam tubuh oleh bakteri.

Pangan sebagai sumber vitamin K adalah hati, kuning telur, dan sayuran hijau seperti bayam, kubis, dan bunga kol. Biji-bijian dan buah-buahan hanya sedikit mengandung vitamin K. Dalam proses metabolisme, vitamin K banyak terbuang dalam feses dan hanya sedikit yang dapat disimpan dalam hati

## **2. Vitamin Larut Air**

Vitamin yang masuk kedalam kelompok vitamin tak larut lemak yaitu vitamin B dan C.



### **a. Vitamin B**

Vitamin B merupakan suatu kompleks vitamin, terdiri dari sepuluh faktor yang memiliki fungsi saling berkaitan dan banyak ditemukan pada bahan makanan yang hampir sama. Vitamin B banyak berperan sebagai koenzim ataupun kofaktor yang diperlukan dalam proses metabolisme sel hidup.

#### **- Tiamin (Vitamin B1)**

Tiamin merupakan kristal putih kekuningan yang larut air. Dalam keadaan kering tiamin cukup stabil, tetapi dalam keadaan larut vitamin B1 hanya tahan dalam suasana asam. Tiamin mudah rusak oleh panas, suasana alkali, dan oksidasi. Dalam proses pemasakan dengan air, tiamin akan larut dalam air. Tiamin sangat berperan dalam metabolisme karbohidrat, yaitu berfungsi sebagai koenzim berbagai reaksi metabolisme energi. Tiamin dibutuhkan untuk proses dekarboksilasi piruvat dalam siklus Krebs untuk menghasilkan energi. Kekurangan tiamin dapat menyebabkan beri-beri yang ditandai dengan nafsu makan berkurang, gangguan pencernaan, sulit buang air besar, mudah lelah, dan rasa semutan. Sumber utama tiamin adalah sereal tumbuk atau setengah giling, kacang-kacangan, daging, dan kuning telur.

#### **- Riboflavin (Vitamin B2)**

Riboflavin merupakan kristal kuning, bersifat larut air, tahan panas, oksidasi, dan asam, tetapi tidak tahan alkali dan cahaya. Riboflavin terutama berfungsi sebagai koenzim "Flavin Adenin Dinukleotida" (FAD) dan "Flavin Adenin Mononukleotida" (FMN) yang terlibat dalam reaksi oksidasi-reduksi berbagai jalur metabolisme energi. Kekurangan riboflavin dapat menghambat pertumbuhan. Selain itu, defisiensi riboflavin juga dapat mengakibatkan bibir pecah-pecah dan luka pada bagian pinggir mulut. Pangan yang menjadi sumber riboflavin adalah ragi, hati, putih telur, dan susu.

#### **- Niasin (Vitamin B3)**

Niasin disebut pula asam nikotinat, merupakan asam pirimidin 3-karboksilat. Niasin bersifat larut air dan alkohol, stabil dalam keadaan kering ataupun larutan pada suhu kurang dari 120°C.

Niasin berfungsi sebagai koenzim "Nikotinamid Adenin Dinukleotida" (NAD) dan Nikotinamid Adenin Dinukleotida Fosfat" (NADP). Koenzim berpengaruh pada proses metabolik seluler. Kekurangan niasin dapat menyebabkan kelemahan otot, anoreksia, gangguan pencernaan, dan kulit memerah. Pada tingkat berat kekurangan niasin dapat mengakibatkan pelagra dengan ciri-ciri dermatitis, demensia, dan diare.

Dalam tubuh niasin disintesis dari asam amino triptofan. Pangan sumber niasin umumnya juga merupakan sumber riboflavin dan tiamin, yaitu hati, daging, padi-padian, biji-bijian; tetapi telur, susu, dan keju mengandung sedikit niasin.

- **Asam Pantotenat (Vitamin B5)**

Asam pantotenat adalah suatu kristal putih yang larut air, berasa pahit, lebih stabil dalam keadaan larut dibandingkan dalam keadaan kering, mudah rusak oleh asam, alkali, dan panas kering tetapi dalam larutan netral, tahan terhadap panas basah. Asam pantotenat merupakan gabungan dari derivat asam butirat dan asam amino alanin.

Asam pantotenat terutama berperan sebagai bagian dari koenzim A yang diperlukan dalam berbagai reaksi metabolisme sel, terutama dalam proses perombakan karbohidrat, asam lemak, dan asam amino untuk menghasilkan energi.

Kekurangan asam pantotenat dapat mengakibatkan rasa tidak enak pada saluran cerna, kesemutan dan rasa panas pada kaki, muntah-muntah, lelah, dan sulit tidur. Meskipun demikian kasus akibat kekurangan asam pantotenat sangat jarang terjadi, hal ini mungkin karena kebutuhan tubuh terhadap vitamin ini sangat kecil dan asam pantotenat banyak ditemukan pada bahan-bahan makanan. Pangan yang merupakan sumber pantotenat adalah hati, ragi, daging, padi-padian, dan susu.

- **Piridoksin (Vitamin B6)**

Piridoksin merupakan kristal putih tidak berbau, larut dalam air dan alkohol, tahan terhadap panas dalam keadaan asam tetapi tidak terlalu tahan dalam larutan alkali, serta sangat tidak tahan terhadap cahaya.

Vitamin B6 berperan sebagai koenzim piridoksal fosfat (PLP) dan piridoksamin fosfat (PMP) dalam berbagai reaksi metabolisme protein. Defisiensi vitamin B6 jarang terjadi, dan walaupun terjadi biasanya bersamaan dengan kekurangan vitamin B lainnya. Gejala yang ditimbulkan akibat kekurangan

vitamin ini adalah gejala yang berkaitan dengan gangguan metabolisme protein seperti lemah, mudah tersinggung, dan sulit tidur. Pada tahap lanjut defisiensi dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, gangguan fungsi motorik dan kejang-kejang, serta luka pada bibir dan sudut mulut.

Piridoksin banyak terdapat pada khamir, kecambah gandum, hati, ginjal, sereal tumbuk, kacang-kacangan, kentang, dan pisang. Vitamin B6 dari pangan hewani lebih mudah diserap dibandingkan yang berasal dari pangan nabati.

#### - ***Asam Folat***

Asam folat merupakan senyawa kompleks terdiri dari suatu inti pteridin, asam amino benzoat, dan asam glutamat sehingga dinamakan pula asam pteroilglutamat. Sifat fisiknya berwarna kuning, tidak tahan cahaya, sedikit larut dalam air, dan dalam larutan encer, stabil pada suhu kurang dari 100°C.

Asam folat berperan sebagai koenzim tetrahidrofolat (THF) yang penting dalam transportasi pecahan-pecahan karbon tunggal dalam metabolisme asam amino dan sintesis asam nukleat. Selain itu asam folat diperlukan dalam proses metabolisme dan pembentukan sel-sel darah merah, sehingga jika kekurangan asam folat maka pembentukan sel darah merah dapat terganggu dan dapat menyebabkan anemia.

Di dalam tubuh asam folat disintesis oleh bakteri usus, tetapi akan lebih baik jika dipenuhi juga dari makanan. Pangan yang menjadi sumber asam folat banyak adalah sayuran hijau, hati, sereal, biji-bijian, kacang-kacangan, dan jeruk.

#### - ***Vitamin B12 (Kobalamin)***

Vitamin B12 atau kobalamin terdiri atas cincin mirip porfirin seperti hem, mengandung kobalt, serta terikat pada ribosa dan asam fosfat. Vitamin ini merupakan kristal merah yang larut air. Warna merah ditimbulkan akibat adanya kobalt. Kobalamin secara perlahan akan rusak oleh asam encer, alkali, cahaya, dan bahan-bahan pengoksidasi dan pereduksi. Bentuk yang paling stabil adalah sianokobalamin, untuk itu kini telah banyak diproduksi secara komersial dari fermentasi bakteri.

Vitamin B12 diperlukan untuk mengubah folat menjadi bentuk aktif, dan berperan dalam metabolisme sel, terutama saluran cerna, sumsum tulang, dan jaringan saraf. Vitamin B12 merupakan kofaktor enzim metionin sintetase dan metilmalonil-koA mutase.

Defisiensi vitamin B12 jarang terjadi, tetapi sebagian besar sebagai akibat penyakit saluran cerna dan gangguan absorpsi dan transportasi. Karena perannya dalam mengaktifkan bentuk folat, maka kekurangan vitamin B12 dapat juga menyebabkan anemia akibat kekurangan folat.

Secara alami vitamin B12 didapatkan dari hasil sintesis bakteri, fungi atau ganggang. Kobalamin banyak terdapat pada sumber hewani yang mendapatkannya dari sintesis bakteri dalam usus, seperti hati, ginjal, susu, telur, ikan, keju, dan daging. Kobalamin dalam pangan nabati bisa ditemukan jika terjadi pembusukan pada pangan tersebut sehingga terjadi sintesis oleh bakteri. Sintesis vitamin B12 oleh bakteri pada manusia terjadi di dalam kolon, sehingga tidak dapat diserap dan dimanfaatkan tubuh.

## **b. Vitamin C**

Vitamin C adalah suatu kristal putih yang larut air sangat tidak stabil karena mudah rusak oleh panas dan akibat oksidasi. Vitamin C tidak stabil dalam alkali tetapi cukup stabil dalam larutan asam. Vitamin C di alam berada dalam dua bentuk, yaitu L-askorbat (bentuk tereduksi) dan L-asam dehidro askorbat (bentuk teroksidasi). Bentuk vitamin C tereduksi lebih aktif dibandingkan dengan bentuk teroksidasi.

Fungsi vitamin C diantaranya adalah

- Sebagai koenzim dan antioksidan

Vitamin C banyak berfungsi sebagai koenzim atau kofaktor. Sebagai zat yang memiliki sifat mereduksi kuat, vitamin C banyak digunakan sebagai bahan antioksidan untuk mencegah proses ketengikan dan perubahan warna (browning) pada buah-buahan.

- Sintesis kolagen.

Vitamin C berperan dalam proses hidroksilasi prolin dan lisin menjadi hidroksiprolin yang merupakan bahan penting pembentukan kolagen. Kolagen adalah suatu senyawa protein yang mempengaruhi integritas struktur sel pada semua jaringan ikat seperti kulit, tulang rawan, dentin kulit, dan sebagainya.

- Absorpsi dan metabolisme besi.

Vitamin C dapat mereduksi besi bentuk feri menjadi bentuk fero yang mudah diserap. Selain itu vitamin C dapat menghambat pembentukan hemosiderin yang sulit dimobilisasi sehingga dapat membebaskan zat besi untuk dapat dimanfaatkan. Selain itu, penyerapan besi nonhem dapat ditingkatkan empat kali lipat dengan adanya vitamin C.

- Absorpsi kalsium.

Vitamin C juga membantu proses penyerapan kalsium dengan menjaga supaya kalsium tetap berada dalam bentuk larutan

Konsumsi vitamin C yang kurang dapat menyebabkan timbulnya skorbut yang ditandai dengan lelah, lemah, nafas pendek, kejang otot, kurang nafsu makan, kulit menjadi kering, perdarahan gusi, serta rambut rontok. Kelebihan vitamin C sampai batas tertentu tidak menimbulkan gejala, tetapi, konsumsi suplemen vitamin C setiap hari dapat menimbulkan hiperoksaluria dan berisiko terhadap batu ginjal.

Pangan yang menjadi sumber vitamin C umumnya berasal dari pangan nabati, yaitu sayuran dan buah-buahan, seperti jeruk, nenas, rambutan, pepaya, tomat, dan jambu batu. Kandungan vitamin C yang tinggi juga terdapat pada daun singkong, daun katuk, dan daun pepaya.

## C. MINERAL

Mineral dikelompokkan menjadi mineral makro (diperlukan tubuh  $\geq 100$  mg/hr) dan mineral mikro (diperlukan tubuh  $< 100$  mg/hari). Mineral makro di antaranya: Kalsium (Ca), Fosfor (P), Sulfur (S) Magnesium (Mg), Kalium (K), Mineral mikro di antaranya: Besi (Fe), Seng (Zn), Yodium (I), Selenium (Se), Tembaga (Cu).

### 1. Mineral Makro

#### a. Kalsium (Ca)

Kalsium menyusun 1,5-2% berat badan orang dewasa dan merupakan mineral dengan kandungan tertinggi dalam tubuh. Hampir semua kalsium tubuh (99%) terdapat pada jaringan keras seperti tulang dan gigi, dan hanya 1% kalsium yang ada pada jaringan lunak. Tingkat penyerapan kalsium sangat dipengaruhi oleh status kalsium tubuh, yaitu jika kadar kalsium tubuh rendah maka penyerapan akan tinggi. Penyerapan kalsium pada usia muda lebih besar dibandingkan pada usia tua. Penyerapan kalsium juga dapat meningkat dengan adanya vitamin C, vitamin D, dan protein. Sebaliknya, penyerapan kalsium akan menurun dengan adanya zat inhibitor yaitu asam oksalat yang umum terdapat pada bayam serta asam fitat yang banyak ditemukan pada dedak.

Cadangan kalsium terdapat pada tulang bagian ujung dan biasa dinamakan simpanan labil. Jika kadar kalsium darah atau jaringan rendah maka simpanan tersebut akan dipakai. Fungsi dari kalsium diantaranya

- *Pembentukan tulang*

Kalsium bersama-sama fosfor memiliki fungsi utama sebagai pembentuk tulang dan gigi. Kalsium dalam tulang berperan sebagai bagian integral dari struktur tulang sebagai tempat cadangan kalsium. Klasifikasi, yaitu pembentukan kristal mineral mulai terjadi saat bayi pertama kali lahir. Batang tulang yang terbentuk terdiri dari kalsium, magnesium, seng, natrium, dan fluor. Cadangan kalsium disimpan pada tulang bagian ujung yang berpori yang dinamakan *trabekula*. Kalsium cadangan ini siap dipakai guna mempertahankan kadar normal kalsium dalam darah.

#### **- Pembentukan gigi**

Seperti halnya tulang, gigi, terutama bagian dentin dan email gigi, juga memiliki struktur yang keras karena adanya proses kalsifikasi. Kalsifikasi gigi susu terjadi pada minggu ke-duapuluh tahap janin sampai saat sebelum gigi permanen keluar. Gigi permanen tumbuh pada anak usia tiga bulan hingga tiga tahun.

#### **- Kontraksi otot**

Kalsium berperan dalam interaksi protein dalam otot. Jika kalsium darah rendah, maka otot tidak bisa mengendur setelah kontraksi, dan tubuh akan menjadi kaku dan dapat menimbulkan kejang.

#### **- Pembekuan darah**

Pada saat luka, keberadaan kalsium dapat merangsang pengeluaran tromboplastin dari platelet darah yang terluka. Tromboplastin kemudian mengkatalisis perubahan protombin menjadi trombin, dan trombin membantu perubahan fibrinogen menjadi benang-benang fibrin yang dapat menggumpalkan darah.

Kekurangan kalsium pada masa pertumbuhan akan menyebabkan gangguan dalam pertumbuhan seperti tulang kurang kuat, mudah bengkok, dan rapuh. Pada masa dewasa secara alami manusia mengalami pelepasan kalsium dari tulangnya sehingga tulang menjadi rapuh dan mudah patah. Kondisi ini bisa diperparah dengan adanya stres, merokok, dan meminum alkohol.

Kekurangan kalsium dapat juga menyebabkan osteomalasia, yang pada anak-anak dinamakan ricketsia. Penyakit ini biasanya juga dibarengi dengan kekurangan vitamin D dan ketidakseimbangan konsumsi kalsium dan fosfor. Konsumsi kalsium yang berlebihan akan menyebabkan gangguan fungsi ginjal dalam mengatur metabolisme kalsium sehingga bisa terbentuk batu ginjal. Di samping itu juga bisa menimbulkan konstipasi (sulit buang air besar). Kelebihan

kalsium bisa terjadi terutama jika terlalu banyak mengonsumsi suplemen kalsium.

Kalsium banyak terdapat pada susu dan produk susu, seperti keju, es krim, yoghurt, dan sebagainya. Ikan yang dimakan dengan tulang (misalnya ikan kering) juga merupakan sumber kalsium. Pada pangan nabati kalsium banyak ditemukan pada sereal dan kacang-kacangan. Sayuran hijau juga banyak mengandung kalsium, tetapi bahan pangan ini juga mengandung fitat dan oksalat yang dapat menghambat penyerapan kalsium.

#### b. Fosfor (P)

Fosfor merupakan mineral kedua terbanyak dalam tubuh setelah kalsium, yaitu menyusun 1% dari berat tubuh orang dewasa. Penyerapan fosfor terjadi pada usus halus sebagai ion bebas, dengan tingkat penyerapan  $\pm 70\%$  dari fosfor yang dikonsumsi. Fungsi dari fosfor diantaranya

- Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, fosfor dan kalsium merupakan zat utama pembentuk tulang dan gigi. Klasifikasi tulang dan gigi diawali dengan pengendapan fosfor pada matriks tulang.
- Fosfor juga berperan dalam pembentukan nukleoprotein yang menyusun bahan-bahan nukleus dari sel-sel dan sitoplasma yang berfungsi dalam pembelahan sel, reproduksi dan pemindahan ciri-ciri yang turun menurun. Fosfor merupakan bagian dari asam nukleat DNA dan RNA.
- Sebagai fosfolipid, fosfor merupakan komponen penyusun struktural dinding sel, dan sebagai fosfat organik, fosfor berperan penting dalam reaksi metabolisme penghasil energi yaitu dalam bentuk Adenin Trifosfat (ATP).

Pangan sebagai sumber fosfor adalah pangan yang juga merupakan sumber protein, seperti daging, ayam, ikan, telur, susu dan hasil olahannya, dan kacang-kacangan.

#### c. Sulfur (S)

Sulfur merupakan komponen semua jaringan tubuh, terutama jaringan yang tinggi protein seperti keratin kulit, otot, rambut dan kuku. Di samping itu sulfur juga merupakan unsur dari hormon insulin, vitamin B, biotin, saliva, empedu, dan heparin dalam darah. Dalam bentuk ikatan sulfur merupakan penyusun asam-asam amino metionin, sistin, dan sistein. Fungsi dari sulfur

diantaranya berkaitan dengan fungsi protein, yaitu karena sulfur merupakan penyusun asam amino esensial dan enzim. Di samping itu, karena merupakan penyusun insulin, sulfur berperan juga dalam mengatur gula darah. Bersamaan dengan kalsium dan fosfor, sulfur juga merupakan bahan penyusun tulang dan gigi.

Pada umumnya pangan sumber sulfur juga merupakan pangan sumber fosfor, banyak terdapat pada kecambah, gandum, dan kacang-kacangan, daging, jeroan, ayam, ikan, telur, serta susu dan produk susu.

#### d. Magnesium (Mg)

Magnesium merupakan penyusun utama klorofil daun. Di dalam tubuh, sekitar 60% magnesium berada pada tulang, 26% berada dalam otot, dan sisanya berada pada jaringan lunak dan cairan tubuh. Magnesium merupakan kation terbanyak kedua setelah kalium dalam cairan intraseluler. Fungsi dari magnesium diantaranya

##### - *Aktivasi enzim*

Magnesium berperan dalam proses aktivasi enzim-enzim tubuh dalam reaksi metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak menjadi energi. Selain itu juga berperan dalam aktivasi enzim pada reaksi asam nukleat sehingga berfungsi dalam sintesis, degradasi, dan stabilitas bahan gen DNA dalam sel.

##### - *Mencegah kerusakan gigi*

Magnesium berperan juga dalam menahan kalsium dalam email gigi sehingga kebutuhan kalsium gigi tetap terjaga.

Dalam cairan ekstraseluler, magnesium berperan dalam melempaskan saraf, relaksasi otot dan mencegah pembekuan darah. Fungsi magnesium ini berlawanan dengan fungsi kalsium.

Defisiensi magnesium dapat mempengaruhi semua jaringan tubuh, terutama jantung, saraf dan ginjal. Gejala-gejalanya yaitu: kehilangan nafsu makan, gagal pertumbuhan, kejang otot, depresi, hipertensi, lemah otot, cemas, pusing-pusing, kurang koordinasi. Di samping itu, defisiensi magnesium dapat menyebabkan rambut rontok, gusi bengkak serta gangguan saluran arteri yang menyerupai arterosklerosis. Sumber utama magnesium adalah sayuran hijau, sereal, biji-bijian, dan kacang-kacangan, serta daging, susu dan hasil olahannya.

## 2. Mineral Mikro



#### a. Zat Besi (Fe)

Zat besi menyusun tubuh sekitar 2-4 gram, yaitu berada dalam bentuk hemoglobin dalam sel darah merah (60-65%), myoglobin dalam otot (5-10%), enzim (2-5%), transferin dalam aliran darah (0,1%), serta dalam bentuk feritin dan hemosiderin (20% dan 10%) sebagai cadangan.

Jumlah zat besi dalam tubuh bervariasi tergantung pada usia, jenis kelamin, masa kehamilan, dan masa pertumbuhan. Zat besi dalam tubuh berada dalam bentuk ion  $Fe^{2+}$  yaitu bentuk besi tereduksi (ferro), serta ion  $Fe^{3+}$  yaitu bentuk zat besi teroksidasi (ferri).

Adapun di dalam makanan zat besi berada dalam bentuk besi hem dan besi non-hem. Besi hem terutama berasal dari hemoglobin dan mioglobin dan banyak ditemukan pada daging, ikan, dan unggas. Besi non-hem banyak terdapat pada tumbuhan (buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, dan biji-bijian) serta pada telur, susu dan produk olahan susu, seperti keju, yoghurt, es krim dan sebagainya.

Zat besi non-hem sangat mudah dipengaruhi oleh enhancer dan inhibitor zat-zat tertentu yang dapat meningkatkan dan menghambat penyerapannya. Yang merupakan enhancer yaitu vitamin C, asam sitrat, asam laktat, asam tartarat, serta asam amino sistein pada daging, unggas, dan ikan. Adapun yang termasuk zat-zat inhibitor yaitu kafein pada kopi, polifenol (contoh tanin pada teh), asam oksalat (contoh pada bayam, buncis, cokelat), fitat (pada biji-bijian, jagung), kalsium, dan seng.

Zat besi merupakan bahan pembentuk hemoglobin (Hb) yaitu protein yang bertugas mengangkut oksigen ke sel-sel tubuh. Selain itu, sebagai komponen penyusun mioglobin, zat besi membantu menjaga agar oksigen selalu tersedia untuk keperluan kontraksi otot. Zat besi juga berperan dalam membantu tugas protein untuk transfer elektron dalam penggunaan energi pada sel-sel, yaitu sebagai bagian proses metabolisme.

Defisiensi besi akan menyebabkan anemia, yaitu pengikisan simpanan Fe tubuh akibat kadar hemoglobin yang juga menurun. Dalam kondisi defisiensi Fe, produktivitas kerja dan berpikir menurun akibat proses metabolisme energi menjadi terhambat.

Toksisitas zat besi bisa berada dalam 3 bentuk, yaitu hemokromatosis, hemosiderosis, dan keracunan Fe. Hemokromatosis merupakan cacat bawaan

dalam metabolisme Fe sehingga terbentuk endapan pigmen mengandung Fe di berbagai jaringan yang mengakibatkan jaringan menjadi rusak. Hemosiderosis terjadi akibat konsumsi Fe yang berlebihan atau akibat transfusi darah yang berulang-ulang sehingga membentuk endapan Protein-Fe yang susah dimetabolisme. Keracunan Fe pada anak-anak merupakan dampak suplementasi, ditandai dengan gejala mual-mual, muntah, diare, denyut jantung cepat, nadi lemah, serta pusing.

b. Seng (Zn)

Pada umumnya seng berada dalam bentuk ion  $Zn^{2+}$ . Seng menyusun tubuh orang dewasa sebanyak 1,5 – 2,5 g, dan ditemukan pada hampir semua organ dan jaringan tubuh, terutama otot, tulang, hati, ginjal, dan kulit. Tidak seperti besi, seng di dalam jaringan tidak bisa diambil meski kadar dalam darah rendah, untuk itu seng harus dipenuhi dari makanan.

Seng merupakan bagian dari banyak jenis enzim (minimal 70 enzim), di antaranya karboksipeptidase, karbonik-anhidrase. Seng juga berperan dalam fungsi imunitas, yaitu sebagai penyusun enzim Superoksida dismutase (SOD). Seng besar perannya dalam fungsi kerja hormon insulin dalam pankreas, yaitu jika seng dalam darah rendah maka respons insulin juga menjadi menurun, hal ini akan menjadikan sistem metabolisme glukosa menjadi terganggu.

Dalam fungsi pertumbuhan sel atau jaringan, seng berperan membantu penyusunan bahan genetik DNA dan RNA, penyusun sperma, pertumbuhan janin yang normal, serta berperan dalam fungsi hormon thyroid.

Jika tubuh mengalami defisiensi seng maka pertumbuhan akan menjadi terhambat, sintesis kolagen menjadi abnormal sehingga menyebabkan kulit menjadi kering dan luka menjadi sulit sembuh. Selain itu kekurangan seng dapat menghambat kematangan seks pada pria, sintesis dan pengeluaran testosteron menjadi rendah. Gangguan sistem pencernaan; yaitu menurunnya fungsi penciuman dan pengecap sehingga selera makan menjadi rendah. Pada sistem otak dan syaraf kekurangan seng akan menyebabkan kemunduran mental, serta akan mengganggu sistem imunitas.

Seng banyak ditemukan pada makanan sumber protein karena seng berikatan dengan asam amino, peptida, dan asam nukleat. Sumber utama yaitu daging, kerang, unggas, hati. Pada pangan nabati seng banyak terdapat pada kacang-kacangan dan produk biji-bijian kulit penuh.

### c. Yodium (I)

Umumnya yodium tubuh berada dalam bentuk Iodida (I<sup>-</sup>), menyusun tubuh kurang lebih 15-20 mg. Kandungan yodium tubuh sangat bervariasi antar individu, tergantung wilayah tempat tinggal kandungan yodium tanah, air dan tanaman sebagai sumber pangan yang dikonsumsi. Yodium terutama terkonsentrasi pada kelenjar tiroid (70-80%) yang berfungsi untuk pembentukan hormon T<sub>3</sub>-triiodothyronin dan T<sub>4</sub>-tetra Iodothyronine (tiroksin).

Dengan hormon-hormon tiroid, yodium berfungsi dalam mengatur suhu tubuh, laju pelepasan e (energi) selama metabolisme basal, laju penggunaan oksigen oleh sel, pertumbuhan dan perkembangan sistem syaraf, serta pertumbuhan linier.

Kekurangan yodium dapat mengakibatkan gondok, yaitu pembesaran kelenjar tiroid. Hal ini akan mengakibatkan stimulasi TSH menjadi berlebihan karena tidak direspons oleh kelenjar tiroid akibat defisiensi yodium. Gondok bisa juga terjadi akibat konsumsi zat goitrogen yang berlebihan seperti kubis, brokoli, toge, singkong. Pada tahap lanjut, defisiensi yodium dapat mengakibatkan kretinisme, yaitu hambatan pertumbuhan fisik dan mental, serta gangguan pendengaran dan bisu.

Pangan sumber yodium saat ini terutama berasal dari garam beryodium, yaitu garam biasa yang telah difortifikasi (diberi tambahan) oleh yodium. Kurang lebih setengah sendok teh atau 2 gram garam beryodium telah dapat memenuhi anjuran konsumsi yodium orang dewasa. Di samping itu, yodium banyak terdapat pada pangan laut (ikan laut: 300-3000g I/kg, ikan darat: 20-40g I/kg, dan produk unggas).

## **BAB 5**

### **ANGKA KECUKUPAN GIZI**

#### **A. PENDAHULUAN**

Suatu kecukupan rata-rata zat gizi setiap hari bagi semua orang menurut golongan umur, jenis kelamin, ukuran tubuh, aktivitas tubuh untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal. AKG merupakan kecukupan pada tingkat konsumsi sedangkan pada tingkat produksi dan penyediaan perlu diperhitungkan kehilangan dan penggunaan lainnya dari tingkat produksi sampai tingkat konsumsi. AKG ditulis dalam bentuk tabel. Pada kolom pertama, tertulis kelompok umur dan jenis kelamin mulai dari bayi hingga usia lanjut serta tambahan energi dan zat gizi untuk ibu hamil dan ibu menyusui. Pada kolom berikutnya tertulis BB (kg) dan TB (cm) yang merupakan rata-rata BB dan TB pada kelompok umur tersebut. Pada kolom keempat dan seterusnya berisi kecukupan energi dan zat gizi sehari untuk kelompok umur dan jenis kelamin tertentu. Zat gizi yang dicantumkan terdiri dari zat gizi makro yaitu karbohidrat, protein, lemak, serat dan air, serta vitamin dan mineral. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Pertama kali AKG di Indonesia disusun tahun 1958 oleh Lembaga Makanan Rakyat dengan pendekatan lintas sektor. Tujuan utama penyusunan AKG adalah untuk acuan perencanaan makanan dan menilai tingkat konsumsi makanan individu/masyarakat. Rujukan yang digunakan saat itu adalah Recommended Dietary Allowances (RDA) yang dikeluarkan FAO/WHO. Manfaat AKG adalah pertama sebagai acuan dalam menilai kecukupan gizi; kedua sebagai acuan dalam menyusun makanan sehari-hari termasuk perencanaan makanan di institusi; ketiga sebagai acuan perhitungan dalam perencanaan penyediaan pangan tingkat regional maupun nasional; keempat sebagai acuan pendidikan gizi serta sebagai acuan label pangan yang mencantumkan informasi nilai gizi.

#### **B. PERHITUNGAN AKG**

Lihat tabel AKG pada usia dan jenis kelamin seorang individu yang ingin dipelajari. Perhatikan BB-nya, jika BB individu yang ingin diketahui kebutuhan atau kecukupan gizinya berbeda dengan BB di tabel AKG maka lakukan koreksi BB. Kemudian hitung kecukupan atau kebutuhan energi dan zat gizi berdasarkan BB yang telah dikoreksi. Sebagai contoh, jika seorang anak laki-laki A usia 8 tahun, BB 24 kg, maka BB standar di Tabel 1.1 AKG adalah 27 kg. Sehingga faktor koreksi BB adalah BB anak saat ini/BB standar pada

tabel AKG yaitu  $24/27 = 0.88$ . Kecukupan energi dan protein anak laki-laki A usia 8 tahun adalah 1850 Kalori, protein 49 g maka kecukupan/kebutuhan energi untuk anak tersebut adalah  $0.88 \times 1850 = 1628$  Kalori dan kecukupan/kebutuhan protein adalah  $0.88 \times 49 \text{ g} = 43,12$  g. Rumus perhitungan kebutuhan gizi sebagai berikut

$$\text{Kebutuhan Gizi} = \frac{\text{Berat badan aktual}}{\text{Berat badan standar}} \times \text{AKG}$$

**Tabel 5.1. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, Karbohidrat, Serat dan Air yang dianjurkan untuk orang Indonesia (per orang per hari)**

Kelompok umur	BB (kg)	TB (cm)	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)			Karbohidrat (g)	Serat (g)	Air (mL)
					Total	n-6	n-3			
<b>Bayi/Anak</b>										
0 – 6 bulan	6	61	550	12	34	4,4	0,5	58	0	-
7 – 11	9	71	725	18	36	4,4	0,5	82	10	800
1-3 tahun	13	91	1125	26	44	7,0	0,7	155	16	1200
4-6 tahun	19	112	1600	35	62	10,0	0,9	220	22	1500
7-9 tahun	27	130	1850	49	72	10,0	0,9	254	26	1900
<b>Laki-laki</b>										
10-12	34	142	2100	56	70	12,0	1,2	289	30	1800
13-15	46	158	2475	72	83	16,0	1,6	340	35	2000
16-18	56	165	2675	66	89	16,0	1,6	368	37	2200
19-29	60	168	2725	62	91	17,0	1,6	375	38	2500
30-49	62	168	2625	65	73	17,0	1,6	394	38	2600
50-64	62	168	2325	65	65	14,0	1,6	349	33	2600
65-80	60	168	1900	62	53	14,0	1,6	309	27	1900
80+ tahun	58	168	1525	60	42	14,0	1,6	248	22	1600
<b>Perempuan</b>										
10-12	36	145	2000	60	67	10,0	1,0	275	28	1800
13-15	46	155	2125	69	71	11,0	1,1	292	30	2000
16-18	50	158	2125	59	71	11,0	1,1	292	30	2100
19-29	54	159	2250	56	75	12,0	1,1	309	32	2300
30-49	55	159	2150	57	60	12,0	1,1	323	30	2300
50-64	55	159	1900	57	53	11,0	1,1	285	28	2300
65-80	54	159	1550	56	43	11,0	1,1	252	22	1600
80+ tahun	53	159	1425	55	40	11,0	1,1	232	20	1500
<b>Hamil (+an)</b>										
Trimester 1			+180	+20	+6	+2,0	+0,3	+25	+3	+300
Trimester 2			+300	+20	+10	+2,0	+0,3	+40	+4	+300
Trimester 3			+300	+20	+10	+2,0	+0,3	+40	+4	+300
<b>Menyusui</b>										
6 bln			+330	+20	+11	+2,0	+0,2	+45	+5	+800
6 bln kedua			+400	+20	+13	+2,0	+0,2	+55	+6	+650

Tabel 5.2. Angka Kecukupan Vitamin dan Mineral yang dianjurkan untuk orang Indonesia (per orang per hari)

Kelompok umur	Vitamin A (mcg)	Vitamin D (mcg)	Vitamin E (mg)	Vitamin K (mcg)	Vitamin B1 (mg)	Vitamin B2 (mg)	Vitamin B3 (mg)	Vitamin B5 (Pantotenat) (mg)	Vitamin B6 (mg)	Folat (mcg)	Vitamin B12 (mcg)	Biotin (mcg)	Kolin (mg)	Vitamin C (mg)
<b>Bayi/Anak</b>														
0 – 6 bulan	375	5	4	5	0,3	0,3	2	1,7	0,1	65	0,4	5	125	40
7-11 bulan	400	5	5	10	0,4	0,4	4	1,8	0,3	80	0,5	6	150	50
1-3 tahun	400	15	6	15	0,6	0,7	6	2,0	0,5	160	0,9	8	200	40
4-6 tahun	450	15	7	20	0,8	1,0	9	2,0	0,6	200	1,2	12	250	45
7-9 tahun	500	15	7	25	0,9	1,1	10	3,0	1,0	300	1,2	12	375	45
<b>Laki-laki</b>														
10-12 tahun	600	15	11	35	1,1	1,3	12	4,0	1,3	400	1,8	20	375	50
13-15 tahun	600	15	12	55	1,2	1,5	14	5,0	1,3	400	2,4	25	550	75
16-18 tahun	600	15	15	55	1,3	1,6	15	5,0	1,3	400	2,4	30	550	90
19-29 tahun	600	15	15	65	1,4	1,6	15	5,0	1,3	400	2,4	30	550	90
30-49 tahun	600	15	15	65	1,3	1,6	14	5,0	1,3	400	2,4	30	550	90
50-64 tahun	600	15	15	65	1,2	1,4	13	5,0	1,7	400	2,4	30	550	90
65-80 tahun	600	20	15	65	1,0	1,1	10	5,0	1,7	400	2,4	30	550	90
80+ tahun	600	20	15	65	0,8	0,9	8	5,0	1,7	400	2,4	30	550	90
<b>Perempuan</b>														
10-12 tahun	600	15	11	35	1,0	1,2	11	4,0	1,2	400	1,8	20	375	50
13-15 tahun	600	15	15	55	1,1	1,3	12	5,0	1,2	400	2,4	25	400	65
16-18 tahun	600	15	15	55	1,1	1,3	12	5,0	1,2	400	2,4	30	425	75
19-29 tahun	500	15	15	55	1,1	1,4	12	5,0	1,3	400	2,4	30	425	75
30-49 tahun	500	15	15	55	1,1	1,3	12	5,0	1,3	400	2,4	30	425	75
50-64 tahun	500	15	15	55	1,0	1,1	10	5,0	1,5	400	2,4	30	425	75
65-80 tahun	500	20	15	55	0,8	0,9	9	5,0	1,5	400	2,4	30	425	75
80+ tahun	500	20	15	55	0,7	0,9	8	5,0	1,5	400	2,4	30	425	75
<b>Hamil (+an)</b>														
Trimester 1	+300	+0	+0	+0	+0,3	+0,3	+4	+1,0	+0,4	+200	+0,2	+0	+25	+10
Trimester 2	+300	+0	+0	+0	+0,3	+0,3	+4	+1,0	+0,4	+200	+0,2	+0	+25	+10
Trimester 3	+350	+0	+0	+0	+0,3	+0,3	+4	+1,0	+0,4	+200	+0,2	+0	+25	+10
<b>Menyusui (+an)</b>														
6 bln pertama	+350	+0	+4	+0	+0,3	+0,4	+3	+2,0	+0,5	+100	+0,4	+5	+75	+25
6 bln kedua	+350	+0	+4	+0	+0,3	+0,4	+3	+2,0	+0,5	+100	+0,4	+5	+75	+25

Setelah dapat menghitung kecukupan energi dan zat gizi sehari, maka perlu mengetahui berapa banyak makanan yang harus dimakan untuk memenuhi kecukupan/kebutuhan energi dan zat gizi tersebut. Untuk menghitung jumlah makanan yang harus dikonsumsi untuk memenuhi kecukupan energi tersebut maka digunakan tabel komposisi pangan Indonesia atau daftar komposisi bahan makanan lainnya.

Data komposisi bahan makanan ini memiliki berbagai jenis nama antara lain daftar komposisi bahan makanan (DKBM) atau TKPI. Manfaat TKPI adalah untuk mengkaji asupan gizi klien, klien dan konsumen serta merencanakan dan evaluasi pemenuhan kecukupan makanan dan diet.

DKBM atau TKPI dibuat untuk mempermudah pengguna untuk mencari data komposisi zat gizi makanan. Dalam TKPI tahun 2009 ada total 1115 jenis jumlah makanan/bahan makanan, yang terdiri dari kelompok makanan, serealisa sebanyak 134 jenis, umbi adalah 87 jenis, kacang-kacangan ada 144 jenis, sayuran ada 227 jenis, buah ada 119 jenis, daging dan unggas ada 122 jenis, ikan ada 175 jenis, telur ada 22 jenis, susu ada 16 jenis, lemak ada 14 jenis, gula, sirup ada 18 jenis.

Jumlah komponen zat gizi yang dapat diketahui dari TKPI ada 21 jenis zat gizi antara lain energi, zat gizi makro yaitu protein, karbohidrat, lemak serta vitamin dan mineral. Berat bahan makanan yang menjadi dasar perhitungan kandungan zat gizinya dihitung per 100 gram bagian yang dapat dimakan (BDD). BDD digunakan untuk memperkirakan bahan makanan yang dipesan, misal BDD pisang raja 75% maka untuk memperoleh 50 g pisang raja yang dapat dimakan maka pisang raja yang dibeli atau dipesan adalah  $100/75 \times 50 \text{ g} = 66,5 \text{ g}$ . Bagaimana cara menggunakan TKPI? Sebagai contoh, jika Anda ingin mengetahui kandungan energi dan serat beras merah, maka lihatlah pada kelompok serealisa, untuk beras merah. Misalnya berat beras merah yang ingin diketahui adalah 50 g maka kandungan energi 50 g beras merah adalah 32 kkal dan serat 0,15 g.

Selain TKPI yang digunakan untuk menghitung asupan makanan sehari dan untuk merencanakan menu makanan sehari maka dapat digunakan alat bantu yang lain yaitu Daftar Bahan Makanan Penukar (DBMP). DBMP merupakan daftar yang dapat dibuat sendiri yang data kandungan energi dan zat gizi berasal dari TKPI. Di Indonesia ada dua DBMP dan DBMP yang kedua merupakan revisi dari DBMP pertama.

DBMP adalah suatu daftar yang berisi daftar nama bahan makanan, berat dalam ukuran rumah tangga (URT), berat dalam gram serta kandungan energi, protein, karbohidrat dan lemak dari makanan tersebut. Dalam daftar tersebut ada berberapa bahan makanan yang nilai gizinya sama untuk berat yang berbeda. Bahan makanan dalam DBMP dapat ditukar dengan bahan



makanan yang dengan nilai gizi yang sama. Sehingga kita dapat menukar bahan makanan dengan bahan makanan dengan nilai gizi yang sama dalam satu satuan penukar.

DBMP dibagi dalam delapan golongan bahan makanan berdasarkan kemiripan kandungan energi dan zat gizinya. Golongan bahan makanan pada DBMP adalah Golongan I sumber karbohidrat, golongan II sumber protein hewani, golongan III sumber protein nabati, golongan IV sayuran, golongan V buah dan gula, golongan VI susu, golongan VII minyak, golongan VIII makanan tanpa Kalori.

DBMP terdiri dari delapan golongan. Bahan makanan dengan nilai gizi yang sama hanya dapat ditukar dengan bahan makanan pada golongan yang sama. Bahan makanan tidak dapat ditukar dengan bahan makanan pada golongan lain karena kandungan gizinya berbeda. Sebagai contoh jika Anda makan nasi 3/4 gelas kemudian ingin makan roti maka Anda dapat mengonsumsi 70 g atau 3 iris roti sebagai pengganti nasi.

DBMP dapat menghitung kandungan energi dan zat gizi dari makanan sehari kita dengan cepat jika dibandingkan dengan TKPI. Namun kekurangannya DBMP tidak dapat menghitung kandungan vitamin dan mineral. Bagaimana cara menggunakan DBMP? Sebagai contoh Tn G makan pagi : nasi 1 piring sedang, telur ceplok 1 buah, lalap timun 1/2 piring kecil. Berdasarkan DBMP dibawah

Nama Bahan Makanan	Porsi (satuan penukar)	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)
Nasi	1 penukar (p)	175	4	-	40
Telur	1 penukar	75	7	5	-
Timun	1/2 penukar	Termasuk sayuran A yang kandungan Kalorinya rendah sehingga dapat diabaikan			
Minyak	1 penukar	50	-	5	-
<b>Total</b>		<b>300</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>40</b>

### C. LABEL INFORMASI NILAI GIZI

Informasi nilai gizi atau *nutrition facts* adalah label yang biasanya ada di kemasan makanan, berisi informasi kandungan nutrisi makanan tersebut. Label informasi nilai gizi berguna sebagai bahan pertimbangan konsumen untuk membeli suatu barang. Informasi yang dicantumkan sangat bermanfaat bagi seseorang dengan kondisi medis tertentu atau seseorang yang sedang membatasi jumlah asupan kalori. Informasi ini sangat diperlukan untuk mengetahui nutrisi dari produk yang akan dibeli dan dikonsumsi. Berikut adalah bagian dari keterangan yang terdapat pada label informasi gizi:

INFORMASI NILAI GIZI	
Takaran saji 1 keping (85 g) Jumlah saji per kemasan 2	
Jumlah per saji	
Energi 440	Energi dari lemak 160
% AKG*	
Lemak Total 18 g	32%
Lemak Jenuh 4 g	22%
Kolesterol 13 mg	4%
Natrium 480 mg	20%
Karbohidrat Total 63 g	19%
Serat Makanan 3 g	11%
Gula 5 g	
Protein 8 g	16%
Vitamin A	60%
Vitamin B1	40%
Vitamin C	8%
Zat Besi	30%
Persen AKG berdasarkan pada diet 2000 kalori. AKG dapat lebih tinggi atau lebih rendah tergantung pada kebutuhan kalori masing-masing.	

## 1. Jumlah sajian per kemasan

Jumlah sajian per kemasan menunjukkan jumlah porsi atau takaran saji per satu kemasan. Misalnya, dalam sebuah label informasi nilai gizi tertera “Jumlah sajian per kemasan : 2” Maka dalam satu bungkus atau dalam satu kemasan terdapat 2 porsi atau takaran saji yang dapat dibagi menjadi 2 sajian atau dapat dimakan dengan frekuensi sebanyak 2 kali dalam satu kemasan. Jumlah sajian per kemasan dapat mempengaruhi jumlah kalori dan semua jumlah nutrisi suatu makan yang ada dalam satu kemasan. Maka, perhatikan ukuran porsi dengan melihat jumlah sajian per kemasan dalam label informasi nilai gizi.

## 2. Kalori total per sajian

Kalori menunjukkan berapa energi yang didapatkan dari mengonsumsi satu kemasan makanan. Misalnya, dalam satu kemasan makanan terdapat “Kalori total 300 dan Kalori dari lemak 110” maka jika Anda mengonsumsi satu porsi makanan Anda akan memperoleh 300 kalori dimana 110 kalori berasal dari lemak. Kalori harian biasanya merujuk angka kebutuhan kalori per hari atau sebesar 2.000 kalori.

Menurut FDA, pengelompokkan kadar kalori dalam kemasan adalah

- Rendah, jika kadar kalori mendekati atau sekitar 40
- Sedang, jika kadar kalori mendekati atau sekitar 100
- Tinggi, jika kadar kalori mendekati atau sekitar 400

### **3. Angka Kecukupan Gizi (AKG)**

%AKG (Angka Kecukupan Gizi) memberikan informasi jumlah nutrisi yang terpenuhi dari makanan tersebut terhadap kebutuhan sehari. Kebutuhan nutrisi sehari akan terpenuhi jika % AKG tersebut mencapai 100%. Contoh misalkan %AKG menunjukkan 10% maka kebutuhan nutrisi tersebut sudah terpenuhi 10% jika dikonsumsi sesuai dengan takaran saji.

### **4. Kandungan nutrisi yang harus dibatasi**

Beberapa nutrisi yang terkandung dalam makanan perlu dibatasi seperti; lemak, lemak jenuh, lemak trans, kolesterol, atau natrium. Jika dikonsumsi berlebih akan meningkatkan risiko penyakit kronis tertentu, seperti penyakit jantung, beberapa kanker, atau tekanan darah tinggi.

### **5. Kandungan nutrisi yang harus dipenuhi**

Beberapa nutrisi seperti vitamin, protein, mineral, dan serat diperlukan untuk dapat menjaga kesehatan tubuh dan membantu mengurangi beberapa risiko penyakit.

### **6. Catatan kaki**

Catatan kaki berisi informasi kecukupan diet dan makronutrien lainnya berdasarkan Angka Kecukupan Gizi