

MODUL 2

JENIS JENIS BAHAN MAKANAN MAKRONUTRIEN DAN MIKRONUTRIEN

FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU EKSAKTA DAN
KEOLAHRAGAAN
PENDIDIKAN BIOLOGI
UNIVERSITAS INSAN BUDI UTOMO

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
DAFTAR ISI	ii
A. Pendahuluan	2
B. Jenis Bahan Makanan Makronutrien.....	2
1. Karbohidrat	2
2. Protein	10
3. Lemak.....	13
C. Jenis Bahan Makanan Mikronutrien	16
1. Vitamin.....	17
2. Mineral	27
DAFTAR PUSTAKA	36

JENIS JENIS BAHAN MAKANAN MAKRONUTRIEN DAN MIKRONUTRIEN

Pokok Bahasan:

1. Zat Makanan Makronutrien
2. Zat Makanan Mikronutrien

Tujuan Pembelajaran:

1. Mahasiswa mampu menjelaskan jenis bahan makanan makronutrien
2. Mahasiswa mampu menjelaskan jenis bahan makanan mikronutrien

A. Pendahuluan

Setiap makanan yang dikonsumsi manusia mengandung zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Berdasarkan kebutuhannya bagi tubuh, zat gizi dibagi menjadi, 1) Zat Gizi Makronutrien dan Zat Gizi Mikronutrien. Zat gizi makronutrien adalah zat gizi yang diperlukan tubuh dengan jumlah besar (makro), yaitu dalam satuan gram/orang/hari, sedangkan zat gizi mikronutrien adalah zat gizi yang diperlukan dalam jumlah kecil yaitu dalam satuan miligram atau bahkan mikrogram/orang/hari. Zat gizi makronutrien terdiri atas karbohidrat, protein, dan lemak; sedangkan zat gizi mikronutrien terdiri atas berbagai jenis vitamin dan mineral.

B. Jenis Bahan Makanan Makronutrien

Bahan makanan yang didalamnya terkandung zat makronutrien yaitu karbohidrat, protein dan lemak. Setiap manusia memiliki kebutuhan gizi yang bervariasi, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain; umur, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan dan aktivitas fisik.

1. KARBOHIDRAT

Karbohidrat merupakan salah satu zat makronutrien yang dibutuhkan oleh tubuh, karena zat ini adalah salah satu sumber energi utama bagi tubuh merupakan zat makanan yang paling cepat menyuplai bahan bakar tubuh, sehingga jika seseorang dalam kondisi lapar, maka makanan yang dipilih pertama kali untuk

mengatasi rasa lapar adalah makanan yang mengandung sumber karbohidrat. Alasan

makanan yang mengandung karbohidrat dipilih sebagai sumber energi utama selain karena aspek kepraktisannya yaitu relatif murah, mudah diperoleh dan mudah disimpan. Selain itu dari segi biologis, zat gizi tersebut sangat esensial menyediakan bahan dasar untuk proses penting dalam metabolisme tubuh.

Karbohidrat berasal dari kata hidrat karbon (hydrate of carbon). Karbohidrat adalah zat gizi berupa senyawa organik yang terdiri dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) yang digunakan sebagai bahan bakar pembentuk energi. Di dalam tumbuh-tumbuhan, karbohidrat dibentuk dari hasil reaksi karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) melalui proses fotosintesis dan disimpan dalam bentuk pati atau selulosa. Sementara itu, karbohidrat pada hewan atau binatang disintesis dari lipid gliserol dan asam amino, tetapi derivat karbohidrat yang digunakan oleh hewan diambil dari tumbuhan. Karbohidrat sebagai zat gizi merupakan nama sekelompok zat-zat organik yang mempunyai struktur molekul berbeda-beda, meskipun terdapat persamaan-persamaan dari sudut kimia dan fungsinya. Semua karbohidrat tersusun dari unsur-unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O), dengan rasio secara berurutan 1 : 2 : 1. Sebagai contoh, formula glukosa adalah $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ atau $(\text{CH}_2\text{O})_6$. Rumus tersebut juga memberikan makna bahwa zat karbon yang diikat oleh air dengan proses dehidrasi, sehingga diberi nama karbohidrat.

Karbohidrat dapat diklasifikasikan dengan beberapa kategori yang berbeda. Berdasarkan struktur molekul kimianya, karbohidrat dapat berbentuk karbohidrat sederhana (monomerik dan dimerik) maupun karbohidrat kompleks (polimerik). Sedangkan berdasarkan sifat pencernaan atau sifat ketersediaannya (availabilitas), karbohidrat dibedakan menjadi karbohidrat yang dapat dicerna dan tidak dapat dicerna. Jenis karbohidrat dalam makanan berdasarkan struktur molekulnya diklasifikasikan menjadi monosakarida, disakarida, oligosakarida dan polisakarida. Bentuk molekul karbohidrat yang paling sederhana disebut gula atau sakarida.

a. Monosakarida

Monosakarida merupakan gula yang paling sederhana dan terdiri dari molekul tunggal. Monosakarida tidak dapat dihidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana. Di antara semua jenis monosakarida tersebut, heksosa yang memiliki 6 karbon merupakan monosakarida yang paling banyak ditemukan dan besar peranannya dalam sistem pencernaan tubuh, terdiri dari glukosa, fruktosa, dan galaktosa.

Glukosa disebut sebagai dekstrosa atau gula anggur. Jenis monosakarida ini adalah gula yang terpenting dalam metabolisme tubuh karena merupakan produk utama yang dibentuk dari hidrolisis karbohidrat kompleks dalam proses pencernaan, dan di dalam sel, glukosa dioksidasi untuk menghasilkan energi dan disimpan di dalam hati dan otot dalam bentuk glikogen. Karena hanya glukosa yang ditemukan di dalam plasma darah dan sel

darah merah maka glukosa disebut juga sebagai gula darah. Glukosa yang terdapat di dalam darah berasal dari pemecahan glikogen dari makanan yang dikonsumsi. Sumber glukosa dapat diperoleh dari makanan ataupun hasil pencernaan. Bahan makanan yang mengandung glukosa seperti buah-buahan, sayuran, jagung (jagung manis), sari pohon dan sejumlah akar serta madu. Dari hasil pencernaan glukosa diperoleh dari pati melalui proses pemecahan pati menjadi dextrin kemudian dengan bantuan enzim menjadi maltosa hingga akhirnya menghasilkan glukosa. Glukosa dalam bentuk bebas hanya terdapat dalam jumlah terbatas dalam bahan makanan. Tingkat kemanisan glukosa hanya separuh dari sukrosa, sehingga dapat digunakan lebih banyak untuk tingkat kemanisan yang sama.

Fruktosa atau yang memiliki nama lain livolosa atau gula buah merupakan gula yang termanis. Susunan atom dalam fruktosa merangsang jonjot kecapan pada lidah sehingga menimbulkan rasa manis. Gula ini terdapat di dalam madu bersama dengan glukosa, buah-buahan, nektar bunga, dan juga dalam sayuran. Galaktosa merupakan gula khusus yang tidak terdapat dalam bentuk bebas di alam, tetapi terdapat dalam bahan hewani yaitu air susu. Gula dari jeni ini diproduksi dari laktosa (gula dalam susu) dengan cara dihidrolisis dalam proses pencernaan. Galaktosa juga merupakan komponen serebrosida, yaitu lemak turunan yang terdapat di dalam otak dan jaringan syaraf.

Monitol dan sorbitol merupakan alkohol heksahidrik yang merupakan turunan dari glukosa dan monosa dan memiliki taraf

kemanisan yang sama dengan glukosa. Sorbitol dengan tingkat kemanisan yang sama dengan glukosa digunakan untuk membantu menurunkan berat badan karena sorbitol mempunyai nilai kalori yang sama dengan glukosa namun dengan laju penyerapan yang lambat sehingga sorbitol membantu mempertahankan kadar gula darah tinggi setelah makan sehingga dapat menunda rasa lapar. Sorbitol terdapat dalam buah-buahan, sayuran dan beberapa produk-produk diet.

b. Disakarida

Disakarida merupakan gabungan antara 2 molekul monosakarida yang dapat dihidrolisis oleh larutan asam dan air sehingga terurai menjadi 2 molekul monosakarida. Jenis disakarida yakni sukrosa, maltosa, dan laktosa. Sukrosa merupakan gabungan dari glukosa dan fruktosa; maltosa merupakan gabungan dari glukosa dan glukosa; sementara laktosa ialah gabungan dari glukosa dan galaktosa. Sukrosa dan maltosa terutama terdapat dalam bahan makanan nabati, sementara laktosa hanya dijumpai pada mamalia, yaitu dari jenis gula di dalam air susu, baik susu hewan atau susu manusia.

Sukrosa dikenal sebagai gula meja terdapat terutama dalam tebu, bit gula, molase dan sergum. Dalam usus halus, sukrosa dipecah (hidrolisis) menjadi fruktosa dan glukosa dengan perbandingan 50 : 50. Maltosa tidak terdapat dalam bentuk bebas di alam. Maltosa dikenal sebagai gula malt atau gula biji kerana merupakan produk pencernaan pati dengan bantuan enzim diatase atau enzim yang diperoleh dari kecambah biji-bijian. Dalam usus

halus, maltosa dipecah menjadi 2 molekul glukosa. 10 Laktosa merupakan gula utama yang terdapat dalam susu. Laktosa tidak terdapat dalam tanaman melainkan hanya dijumpai pada susu hewan dan susu ibu. Dengan gambaran, susu sapi mengandung 4-6% laktosa sedangkan Air Susu Ibu atau disingkat ASI mengandung 5-8% laktosa.

c. Polisakarida

Polisakarida merupakan senyawa karbohidrat kompleks yang terdiri dari 3 atau lebih gabungan molekul-molekul monosakarida, baik yang bergabung dengan rantai lurus ataupun rantai cabang. Senyawa ini bisa dihidrolisis menjadi banyak molekul monosakarida. Contoh polisakarida yaitu amilum, dekstrin, glikogen dan selulosa.

Karbohidrat kompleks (polisakarida) terdiri dari beberapa gula sederhana (monosakarida) atau kumpulan unit-unit glukosa. Dalam bahan makanan nabati terdapat dua jenis polisakarida yang dapat dicerna (amilum dan dekstrin) dan tidak dapat dicerna (selulosa dan hemiselulosa). Sedangkan dalam bahan makanan hewani terdapat polisakarida yang dapat dicerna dengan sempurna (glikogen). Pati merupakan karbohidrat yang tersimpan dalam tanaman dan terdapat dalam dua bentuk. yaitu amilosa (terdiri dari molekul-molekul glukosa dengan rantai panjang) dan amilopektin, meskipun dengan komposisi berbeda-beda. Pati terutama terdapat dalam biji-bijian, akar, sayuran, leguminosa, serta buah-buahan yang belum matang. Dekstrin merupakan hasil antara pencernaan pati menjadi maltosa dan akhirnya menjadi

glukosa. Dekstrin memiliki sifat lebih mudah larut dan lebih manis dari pada pati biasa, salah satu produk hasil degradasi pati adalah sirup jagung yang dibuat dari sari pati jagung. Glikogen juga dikenal sebagai animal starch yang merupakan polisakarida dengan rantai bercabang-cabang yang menyerupai amilopektin. Glikogen tersimpan dalam hati dan jaringan otot, dalam keadaan normal terdapat 340 gram glikogen. Glikogen di dalam tubuh digunakan untuk menyuplai energi bagi jaringan tubuh. Glikogen hanya terdapat dalam bahan-bahan makanan hewani, itupun dalam jumlah yang sedikit.

Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari banyak molekul glukosa dan molekul-molekul yang tidak bercabang dan menyuplai amilosa. Selulosa memiliki sifat tidak dapat dicerna, karena manusia tidak memiliki enzim yang cukup untuk menghidrolisis, tetapi hewan (ruminansia besar) dapat memanfaatkannya karena dalam rumen terdapat bakteri yang dapat mencerna selulosa. Selulosa merupakan kerangka tanaman, banyak terdapat dalam buah buahan, lapisan luar sayuran, tangkai daun, serta lapisan luar biji-bijian dan kacang-kacangan.

Hemiselulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari banyak molekul, hemiselulosa sedikit berbeda dengan selulosa yaitu terdiri dari heksosa, pentosa dan bentuk-bentuk asam dari kedua komponen tersebut. Hemiselulosa dapat dipecah dalam larutan asam, diantaranya pektin dan agar-agar. Pektin terutama terdapat dalam buah-buahan matang dan bijibijian buah, sedangkan agar-agar diekstrasi dari rumput laut dan bisa

digunakan untuk mengentalkan viskositas larutan. Serat Makanan (Fiber), dikenal juga dengan nama fiber. Serat makanan merupakan kelompok karbohidrat yang struktur kimianya sangat kompleks dan merupakan bagian tanaman yang dapat dimakan. Komponen serat meliputi polisakarida, oligosakarida, lignin, dan senyawa lain dengan proporsi terbesar adalah polisakarida dan selulosa.



Gambar 1. Sumber Karbohidrat Dalam Makanan

Sumber: Istockphoto, Royalty Free

Bahan makanan pokok merupakan sumber utama karbohidrat. Bahan makanan pokok yang sering dikonsumsi masyarakat Indonesia dapat berupa beras, gandum, serelia, jagung, kentang, sagu, tepung dan sebagainya (Hutagalung, 2004). Selain bahan makanan pokok tersebut, bahan makanan seperti kacang-kacangan juga banyak mengandung karbohidrat kemudian buah-buahan seperti pisang, durian, nangka juga banyak mengandung karbohidrat. Sumber karbohidrat dalam bahan makanan dapat dilihat pada Gambar 1.

Kebutuhan karbohidrat menurut WHO/FAO adalah berkisar antara 55% hingga 75% dari total konsumsi energi yang berasal dari beragam bahan makanan, diutamakan karbohidrat kompleks dan sekitar 10% karbohidrat sederhana. Jumlah minimum karbohidrat yang dibutuhkan untuk menghindari ketosis diperkirakan sekitar 50 gr/hari. Kebutuhan harian glukosa bagi tubuh seseorang ialah 180 gr/hari karena glukosa merupakan sumber energi esensial untuk otak, sel darah merah, dan medula ginjal. Dengan perkiraan 130 gr/hari dapat diproduksi di dalam tubuh dari sumber non karbohidrat melalui glukoneogenesis, sedangkan 50 gr/hari dari asupan. Sementara itu kebutuhan kehamilan dan laktasi minimum ialah 100 gr/hari.

2. PROTEIN

Protein merupakan salah satu zat gizi makro yang penting bagi kehidupan manusia selain karbohidrat dan lemak. Protein dikaitkan dengan berbagai bentuk kehidupan, salah satunya adalah enzim yang dibuat dari protein. Tidak ada kehidupan tanpa adanya enzim yang terdapat dalam berbagai jenis dan fungsi yang berbeda di dalam tubuh manusia. Protein adalah bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Seperlima bagian tubuh adalah protein, setengahnya ada di dalam otot, seperlima didalam tulang dan tulang rawan, sepersepuluh di dalam kulit dan selebihnya di dalam jaringan lain dan cairan tubuh. semua enzim, berbagai hormon, pengangkut zat-

zat gizi dan darah, matriks intraseluler dan sebagainya adalah protein. Disamping itu, asam amino yang membentuk protein yang bertindak sebagai precursor sebagian berasal dari koenzim, hormon dan asam nukleat, dan molekul-molekul yang esensial untuk kehidupan. Protein mempunyai fungsi khas yang tidak dapat digantikan oleh gizi lain, yaitu membangun serta memelihara sel-sel jaringan tubuh. Protein adalah molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. Asam amino terdiri atas unsur karbon, hydrogen, oksigen, dan nitrogen, beberapa asam amino disamping itu mengandung unsur-unsur fosfor, besi, iodium dan kobalt.

Protein juga dapat berperan sebagai sumber energi disamping karbohidrat dan lemak. Dengan penjelasan, yaitu 1 gram protein dan 1 gram karbohidrat sama-sama menghasilkan 4 kilokalori atau kkal. Namun, protein relatif lebih mahal dilihat dari segi harga bahan makanan sumber protein serta proses metabolismenya. Protein dapat menyediakan energi (Adenosin Trifosfat atau ATP) untuk aktivitas tubuh apabila konsumsi karbohidrat dan lemak kurang dari yang seharusnya. Namun tidak dianjurkan konsumsi protein dalam waktu yang lama sebagai pengganti karbohidrat dan lemak sebagai sumber energi. Hal ini dikarenakan peran utama protein adalah untuk pertumbuhan atau membangun sel dan jaringan yang baru. Protein juga dapat menyediakan alanin dan asam amino lainnya untuk dikonversi

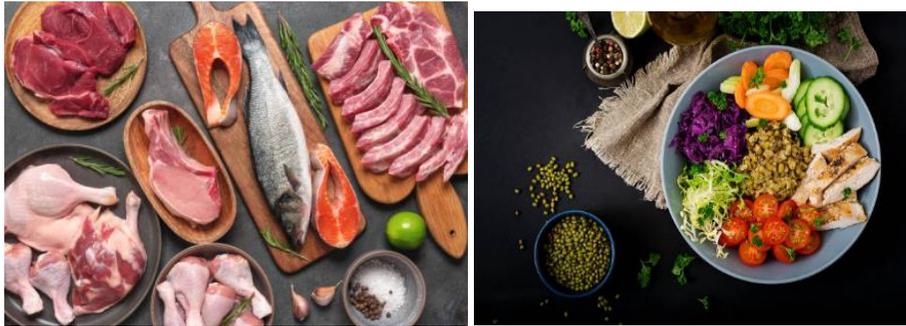
menjadi glukosa atau glikogen dari rangka karbon atau katabolisme asam amino.

Menurut Food Agriculture Organization (FAO) tahun 2007, kebutuhan protein adalah kadar terendah asupan protein dari makanan yang dapat menyeimbangkan kehilangan nitrogen dari tubuh manusia sehingga dapat memelihara massa protein tubuh pada individu dengan kondisi asupan energi yang seimbang dengan aktivitas fisik tingkat sedang. Kebutuhan protein ini harus juga diperhitungkan untuk memenuhi kebutuhan anak, ibu hamil, dan menyusui dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan untuk cadangan tubuh atau sekresi Air Susu Ibu (ASI) pada kondisi kesehatan yang optimal.

Makanan sumber protein dapat berasal dari hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Bahan makanan sumber protein hewani mengandung semua jenis asam amino esensial, sedangkan bahan makanan sumber protein nabati rendah kandungan beberapa jenis asam amino esensial. Contoh makanan sumber protein hewani adalah telur, daging, ayam, dan ikan, sedangkan contoh bahan makanan sumber protein nabati adalah kacang-kacangan, tempe, tahu, dan oncom. Beras juga merupakan sumber protein nabati dan sumbangannya terhadap asupan protein orang Indonesia cukup besar karena dikonsumsi sebagai makanan pokok. Sumber protein dalam bahan makanan dapat dilihat pada Gambar 2.

Walaupun kandungan asam amino esensial dalam protein yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti kedelai dan kacang-kacangan kurang lengkap, tetapi sekarang ini mulai diperhatikan

sebagai sumber protein. Sejak slogan empat sehat lima sempurna hingga pedoman gizi seimbang tahun 2014, tempe dan kacang-kacangan telah dijadikan satu dalam kelompok lauk-pauk



Gambar 2a. Sumber Protein Hewan Dalam Makanan, 2b Sumber Protein Nabati Dalam Makanan

Sumber: Istockphoto, Royalty Free

Walaupun kandungan asam amino esensial dalam protein yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti kedelai dan kacang-kacangan kurang lengkap, tetapi sekarang ini mulai diperhatikan sebagai sumber protein. Sejak slogan empat sehat lima sempurna hingga pedoman gizi seimbang tahun 2014, tempe dan kacang-kacangan telah dijadikan satu dalam kelompok lauk-pauk.

3. LEMAK

Lemak (lipid) adalah zat organik hidrofobik yang bersifat sukar larut dalam air. Namun lemak dapat larut pada larutan non polar seperti eter, alkohol, kloroform, dan benzena. Lemak adalah zat yang kaya akan energi dan berfungsi sebagai sumber energi yang memiliki peran penting dalam proses metabolisme lemak.

Unsur penyusun lemak adalah karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Molekul lemak terdiri dari empat bagian, yaitu satu molekul gliserol, dan 3 molekul asam lemak. Asam lemak terdiri dari rantai hidrokarbon (CH), dan gugus karboksil (COOH).

Lemak dalam tubuh adalah lipoprotein (mengandung trigliserida, fosfolipid, dan kolesterol) yang bergabung dengan protein, dihasilkan di hati dan mukosa usus untuk mengangkut lemak yang tidak larut. Jenis yang terdapat di dalam tubuh adalah High Density Lipoprotein (HDL), Low Density Lipoprotein (LDL), Very Low Density Lipoprotein (VLDL), dan glikolipid, (merupakan senyawa lipid yaitu gliserol, dan asam lemak yang bergabung dengan karbohidrat, fosfat, atau nitrogen). Selain lemak dalam tubuh, terdapat lemak dalam pangan, yaitu lemak yang terletak dalam bahan pangan dan dapat digunakan oleh tubuh manusia. Lemak jenis ini mencakup; trigliserida, asam lemak jenuh, asam lemak tak jenuh, dan kolesterol.

Lebih spesifik dibahas mengenai trigliserida. Lemak ini banyak ditemukan pada pangan hewani maupun pangan nabati dan disebut lemak netral. Kemudian ada jenis asam lemak jenuh. Lemak ini merupakan lemak yang tidak dapat mengikat hidrogen lagi, seperti asam palmitat dan asam stearat yang banyak ditemukan pada lemak hewani, keju, mentega, minyak kelapa, dan coklat. Lemak jenis asam lemak tak jenuh terdiri dari asam lemak tak jenuh tunggal dan asam lemak tak jenuh ganda. Lemak yang mempunyai satu titik terbuka untuk mengikat hidrogen disebut asam lemak tak jenuh tunggal (Mono Unsaturated Fatty Acid atau

disingkat MUFA), seperti asam oleat yang ditemukan pada minyak kacang tanah. Asam lemak tak jenuh ganda (Poly Unsaturated Fatty Acid atau disingkat PUFA) mempunyai beberapa titik terbuka untuk mengikat hidrogen. Contoh lemak jenis ini ialah asam linoleat yang banyak terdapat pada biji matahari, minyak jagung, minyak kedelai; asam lemak omega-6 yang banyak terdapat pada minyak sayuran; asam lemak omega-3, asam eikosapentanoat (EPA), dan asam dokosaheksanoat (DHA) yang banyak terdapat pada minyak ikan.

Fosfolipid merupakan senyawa lipid yaitu gliserol dan asam lemak yang bergabung dengan karbohidrat, fosfat, dan/atau nitrogen. Lemak ini merupakan lemak yang tidak kentara dalam pangan nabati maupun hewani, dan secara komersial digunakan sebagai bahan aditif untuk membantu emulsifikasi. Kolesterol. Jenis lemak dengan struktur cincin kompleks disebut sterol. Kolesterol hanya ditemukan dalam jaringan hewan seperti telur, daging, (hati, ginjal, usus, otak, ampela hewan), dan lemak susu. Sumber Lemak dalam bahan makanan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sumber Lemak Dalam Makanan
Sumber: Istockphoto, Royalty Free

Sumber utama lemak dalam makanan didapatkan dari minyak tumbuh-tumbuhan (minyak kelapa, kelapa sawit, kacang tanah, kacang kedelai, jagung dan sebagainya), mentega, margarine, dan lemak hewan (lemak daging dan ayam). Lemak juga dapat diperoleh dari kacang-kacangan, biji-bijian, daging dan ayam, krim, susu, keju, dan kuning telur serta makanan yang dimasak dengan lemak atau minyak, sayuran dan buah-buahan (kecuali alpukat) sangat sedikit mengandung lemak. Kebutuhan konsumsi lemak menurut anjuran WHO ialah sebanyak 15-30% dari kebutuhan energi total. Jumlah ini memenuhi kebutuhan asam lemak esensial dan untuk membantu penyerapan vitamin larut lemak. Diantara lemak yang dikonsumsi sehari paling banyak dianjurkan 10% dari kebutuhan energi total yang berasal dari lemak jenuh, dan 3-7% dari lemak tak jenuh ganda. Sedangkan konsumsi kolesterol yang dianjurkan adalah ≤ 300 mg sehari.

C. Jenis Bahan Makanan Mikronutrien

Tidak banyak orang memahami dan menyadari bahwa usia dan kualitas hidup itu ditentukan oleh peran vitamin dan mineral untuk mengatur fungsi otak, imunitas atau ketahanan tubuh, fungsi kehamilan, dan pengolahan energi. Sebenarnya, tubuh manusia hanya membutuhkan vitamin dan mineral dalam jumlah yang sangat kecil dengan satuan microgram atau milligram per harinya. Kekurangan mikronutrien seperti vitamin dan mineral diketahui dapat mengganggu kemampuan belajar, mengurangi

produktivitas kerja, memperparah penyakit, dan meningkatkan kematian pada anak balita dan ibu hamil. Oleh karena itu, perlu memahami dan menguasai materi tentang pentingnya mikronutrien bagi kesehatan manusia sehingga diharapkan dapat mencegah dan mengontrol secara mandiri terjadinya penyakit-penyakit akibat kekurangan mikronutrien.

Mikronutrien adalah nutrien atau nutrisi dari zat gizi makanan yang dibutuhkan manusia dalam jumlah yang sangat sedikit, namun memiliki peran yang sangat penting dan signifikan bagi tubuh manusia. Nutrisi yang dikategorikan mikronutrien adalah vitamin dan mineral. Vitamin dikelompokkan berdasarkan kelarutannya, yaitu vitamin yang larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E, K dan vitamin yang larut dalam air seperti vitamin B, C. Mineral dikelompokkan berdasarkan jumlah kebutuhan tubuh, yaitu mineral makro (lebih dari 100 miligram) dan mineral mikro (kurang dari 100 miligram).

Untuk mempermudah dalam memahami vitamin dan mineral bagi kesehatan tubuh manusia, maka materi yang disajikan akan mengulas tentang (1) jenis bahan makanan yang mengandung vitamin dan mineral, (2) jenis dan sifat vitamin dan mineral, dan (3) fungsi vitamin dan mineral serta pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.

1. VITAMIN

Vitamin A

Jenis bahan makanan yang mengandung vitamin A dapat ditemukan pada pangan nabati dan hewani. Pangan nabati sebagai

sumber vitamin A adalah wortel, tomat, semangka, ubi jalar, bayam, daun singkong, seledri, labu, brokoli, paprika merah, buah beri, dan daun bawang. Pangan hewani sebagai sumber vitamin A adalah hati, minyak ikan, susu, keju, mentega, kaviar merah, dan telur. Pangan sumber vitamin A dapat dilihat pada Gambar 4.

Vitamin A dalam tubuh adalah vitamin yang aktif dan memiliki berbagai bentuk, seperti vitamin A bentuk alkohol (retinol), vitamin A bentuk aldehid (retinal), vitamin A bentuk asam (asam retinoat), dan vitamin A bentuk ester (ester retinil). Vitamin A bentuk ester dapat berubah menjadi bentuk retinol dan retinal, dan retinal bisa menjadi bentuk asam retinoat. Namun bentuk asam retinoat tidak bisa menjadi bentuk retinal. Penting sekali bahwa bentuk retinal ini berperan dalam proses penglihatan.

Pada pangan hewani vitamin A dapat ditemukan dalam bentuk vitamin A aktif yang siap dikonsumsi karena sifatnya yang mudah larut dalam lemak. Pada pangan nabati vitamin A dapat ditemukan dalam bentuk pro-vitamin A (bentuk karotenoid). Pada tubuh manusia, pro-vitamin A yang dikonsumsi akan dirubah menjadi vitamin A di dinding usus. Kelebihan vitamin A dalam tubuh akan disimpan di hati. Di hati, vitamin A berada dalam bentuk retinol dan dalam darah berada dalam bentuk terikat dengan protein yang disebut Retinol Binding Protein (RBP) dan akan diangkut ke mata, usus, dan kelenjar ludah.

Fungsi vitamin A dalam tubuh manusia adalah membantu proses penglihatan, membantu diferensiasi sel, memelihara kesehatan jaringan epitel dan kulit, membantu sistem kekebalan

tubuh (sistem imun), dan membantu pertumbuhan. Begitu sangat penting fungsi vitamin A bagi tubuh manusia, oleh karena itu jika tubuh kekurangan vitamin A akan berakibat rabun senja (gangguan penglihatan), menghambat pembentukan sel telur dan sperma, menghambat pertumbuhan dan perkembangan janin, kulit menjadi kering dan kasar, dan berkurangnya kekebalan tubuh. Dengan demikian, agar tidak mengalami masalah kesehatan yang diakibatkan oleh kekurangan vitamin A, disarankan agar mengonsumsi pangan sumber vitamin A secara rutin dan tidak berlebihan.



Gambar 4. Pangan Sumber Vitamin A

Vitamin D

Jenis bahan makanan yang mengandung vitamin D dapat ditemukan banyak di pangan hewani dan sedikit di pangan nabati. Pangan hewani sebagai sumber vitamin D adalah minyak hati ikan, telur, mentega, beberapa jenis ikan seperti ikan salmon dan ikan tuna, tiram, keju, susu, dan kaviar merah. Pangan nabati sebagai sumber vitamin D adalah jamur. Selain itu, sinar matahari juga sebagai sumber vitamin D yang tersedia di alam. Pangan dan sumber vitamin D dapat dilihat pada Gambar 5.

Vitamin D adalah jenis sterol yang memiliki gugus alcohol dan bersifat larut lemak. Sterol ini sangat stabil terhadap panas, oksidasi, dan tahan terhadap asam dan basa. Vitamin D sangat peka terhadap sinar ultraviolet yang ada pada sinar matahari. Vitamin D ini unik karena dapat disintesis dalam tubuh dengan adanya sinar ultraviolet dari sinar matahari. Vitamin D yang paling penting bagi tubuh adalah vitamin D2 (ergokalsiferol) dan vitamin D3 (kolekalsiferol). Vitamin D2 dapat ditemukan di pangan nabati, sedangkan vitamin D3 dapat ditemukan di pangan hewani.

Fungsi dari vitamin D dalam tubuh adalah mineralisasi (pemadatan) tulang. Jika kekurangan vitamin D akan menghambat proses mineralisasi (pemadatan) tulang yang berakibat pada kelainan tulang seperti riketsia (usia anak-anak) dimana tulang tidak dalam melakukan kalsifikasi sehingga tulang dapat membengkok layaknya berbentuk huruf O atau X. Sedangkan, riketsia juga bisa terjadi pada orang usia dewasa yang dikenal dengan osteomalasia.

Pangan & Sumber Vitamin D



Gambar 5. Pangan & Sumber Vitamin D

Vitamin E

Jenis bahan makanan yang mengandung vitamin E dapat ditemukan pada minyak tumbuh-tumbuhan, buah-buahan, dan sayuran. Pangan sumber vitamin E dapat dilihat pada Gambar 6. Vitamin E memiliki 4 bentuk yaitu alfa-tokoferol, beta-tokoferol, gamma-tokoferol, dan delta-tokoferol. Vitamin E tahan terhadap panas, namun tidak terhadap alkali, sinar matahari, dan oksigen. Vitamin E dalam tubuh sebagian besar disimpan dalam jaringan lemak dan sisanya disimpan di hati.

Fungsi vitamin E adalah antioksidan, yaitu penangkal radikal bebas. Jika tubuh terkena radikal bebas, maka vitamin E

akan memberikan atom hidrogennya kepada radikal bebas sehingga radikal bebas itu tidak aktif lagi (non-aktif) sehingga tubuh dapat menjalankan aktivitas secara normal. Kekurangan vitamin E dapat menyebabkan gangguan Kesehatan seperti hemolisis eritrosit (kerusakan sel darah merah), sindrom neurologic (gangguan sumsum tulang belakang dan retina).

Pangan Sumber Vitamin E



Gambar 6. Pangan Sumber Vitamin E

Vitamin K

Jenis bahan makanan yang mengandung vitamin K dapat ditemukan pada pangan hewani dan pangan nabati. Pangan hewani sumber vitamin K adalah hati dan kuning telur. Pangan

nabati sumber vitamin K adalah bayam, kubis, dan bunga kol. Pangan sumber vitamin K dapat dilihat pada Gambar 7.

Vitamin K memiliki 3 bentuk, yaitu vitamin K1 (filokinon), vitamin K2 (menakinon), dan vitamin K3 (menadion). Vitamin K2 (menakinon) dapat disintesis dalam tubuh tepatnya di saluran pencernaan oleh bakteri. Vitamin K tidak rusak oleh panas sehingga tidak akan rusak jika dipanaskan secara biasa. Namun, vitamin K akan rusak oleh radiasi cahaya, asam, dan alkali. Fungsi vitamin K dalam tubuh adalah membantu pembekuan darah sehingga mencegah pendarahan. Sedangkan kekurangan vitamin K berakibat pada terjadinya pendarahan karena tidak terjadi koagulasi darah (penggumpalan darah).



Gambar 7. Pangan Sumber Vitamin K

Vitamin B

Jenis bahan makanan yang mengandung vitamin B dapat ditemukan pada pangan hewani dan pangan nabati. Pangan hewani sumber vitamin B adalah beberapa ikan (ikan salmon, ikan tuna, dll), daging ayam, daging sapi, susu, keju, dan telur. Pangan nabati sumber vitamin B adalah kacang-kacangan (kacang pistachio, kacang almond, kacang kenari, dll), paprika, bawang putih, kubis, gandum, biji bunga matahari, dan kentang.

Vitamin B adalah kompleks vitamin yang memiliki beberapa jenis seperti vitamin B1 (tiamin), vitamin B2 (riboflavin), vitamin B3 (niasin), vitamin B5 (asam pantotenat), vitamin B6 (piridoksin), vitamin B9 (asam folat), dan vitamin B12 (kobalamin). Fungsi vitamin B adalah sebagai koenzim ataupun kofaktor dalam proses metabolisme sel. Kekurangan vitamin B menyebabkan gangguan Kesehatan sebagai berikut.

- a) Kurang vitamin B1: beri-beri, gangguan pencernaan, sulit buang air besar, mudah lelah, dan kesemutan.
- b) Kurang vitamin B2: pertumbuhan terhambat, bibir pecah, dan luka pada bagian pinggir mulut
- c) Kurang vitamin B3: dermatitis, demensia, dan diare
- d) Kurang vitamin B5: muntah-muntah, kesemutan dan rasa panas pada kaki, lelah, dan sulit tidur
- e) Kurang vitamin B6: lelah dan sulit tidur
- f) Kurang vitamin B9: proses pembentukan sel darah merah terganggu, dan anemia

g) Kurang vitamin B12: gangguan pencernaan, gangguan absorpsi, dan transportasi zat dalam tubuh



Gambar 8. Pangan Sumber Vitamin B

Vitamin C

Jenis bahan makanan yang mengandung vitamin C dapat ditemukan pada pangan nabati yaitu sayuran dan buah-buahan seperti jeruk, nenas, rambutan, papaya, tomat, jamu kristal, daun singkong, daun katuk, dan daun papaya. Pangan sumber vitamin C dapat dilihat pada Gambar 9.

Vitamin C merupakan zat kristal putih yang larut dalam air dan sifatnya sangat tidak stabil karena mudah rusak oleh panas dan akibat oksidasi. Namun, sangat stabil dalam larutan asam. Di

alam, vitamin C memiliki 2 bentuk, yaitu L-askorbat (bentuk tereduksi) dan L-asam dehidro askorbat (bentuk teroksidasi). Vitamin C tereduksi lebih aktif dari pada bentuk teroksidasi.

Fungsi vitamin C dalam tubuh,yaitu sebagai koenzim dan antioksidan, sintesis kolagen, absorpsi dan metabolisme besi, dan absorpsi kalsium. Kekurangan vitamin C dapat menyebabkan gangguan kesehatan tubuh, yaitu lelah, lemah, nafas pendek, kejang otot, kurang nafsu makan, kulit kering, pendarahan gusi, dan rambut rontok. Sebaliknya, kelebihan vitamin C akibat konsumsi suplemen setiap hari dapat menyebabkan hiperoksaluria (penyakit genetik) yang menyebabkan batu ginjal dan batu kandung kemih.



Gambar 9. Pangan Sumber Vitamin C

2. MINERAL

Mineral Makro (Diperlukan lebih dari 100 miligram)

Mineral makro yang dibutuhkan oleh tubuh manusia terdiri atas kalsium (Ca), fosfor (P), sulfur (S), dan magnesium (Mg). Mineral makro di atas akan dijelaskan sebagai berikut.

Kalsium (Ca)

Jenis bahan makanan sumber kalsium (Ca) dapat ditemukan di pangan hewani dan pangan nabati. Pangan hewani sumber kalsium adalah ikan sarden, susu, es krim, yoghurt, dan ikan salmon. Pangan nabati sumber kalsium adalah bayam, brokoli, jeruk, pisang, kacang-kacangan, dan sayur-sayuran hijau lainnya. Pangan sumber kalsium (Ca) dapat dilihat pada Gambar 10.

Kalsium adalah mineral dengan kandungan tertinggi dalam tubuh manusia. Hampir semua kalsium terdapat pada jaringan keras, yaitu tulang dan gigi. Tingkat penyerapan kalsium dalam tubuh dipengaruhi oleh konsentrasi kalsium dalam tubuh. Jika konsentrasi kalsium dalam tubuh rendah, maka tubuh akan menyerap kalsium dalam jumlah yang banyak dan sebaliknya. Penyerapan kalsium di usia muda lebih tinggi dibandingkan dengan usia tua. Peningkatan penyerapan kalsium juga dipengaruhi oleh adanya vitamin C, vitamin D, dan protein. Namun, penyerapan kalsium akan menurun jika ada zat inhibitor seperti asam oksalat dan asam fitat di bayam dan dedak. Tubuh akan menyimpan kalsium sebagai cadangan (simpanan labil) di tulang bagian ujung. Jika dibutuhkan maka kalsium cadangan akan dipergunakan.

Fungsi kalsium (Ca) pada tubuh manusia adalah pembentukan tulang, pembentukan gigi, kontraksi otot, dan pembekuan darah. Kekurangan kalsium akan menyebabkan gangguan kesehatan, yaitu gangguan pertumbuhan seperti tulang kurang kuat, mudah bengkok, dan rapuh. Selain itu, kekurangan kalsium juga bisa menyebabkan osteomalasia (pada orang dewasa) dan rickettsia (pada anak-anak). Akan tetapi, jika konsumsi kalsium berlebihan maka akan menyebabkan gangguan fungsi ginjal yang berakibat pada batu ginjal. Selain itu, juga bisa menyebabkan konstipasi (sulit BAB).

Pangan Sumber Kalsium (Ca)



Gambar 10. Pangan Sumber Kalsium (Ca)

Fosfor (P)

Jenis bahan makanan yang mengandung fosfor (P) dapat ditemukan pada pangan hewani dan pangan nabati. Pangan hewani sumber fosfor adalah daging, ayam, ikan, telur, susu, dan olahan lainnya. Pangan nabati sumber fosfor adalah kacang-kacangan. Pangan sumber fosfor (P) dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pangan Sumber Fosfor (P)

Fosfor (P) adalah mineral terbanyak urutan kedua setelah kalsium. Penyerapan fosfor terjadi di usus halus dalam bentuk ion bebas. Fungsi fosfor (P) pada tubuh manusia adalah pembentukan tulang dan gigi, pembentukan nucleoprotein, pembentukan sitoplasma, reproduksi dan pewarisan sifat karena bagian dari DNA dan RNA, pembentukan dinding sel, dan pembentukan ATP pada proses metabolisme. Kekurangan fosfor dalam tubuh akan

menyebabkan gangguan kesehatan, yaitu proses pembentukan tulang dan gigi terhambat, pembentukan nucleoprotein sel akan terhambat, sistem reproduksi dan pewarisan sifat akan terganggu, dan ATP tidak akan terbentuk selama proses metabolisme berlangsung.

Sulfur (S)

Jenis bahan makanan yang mengandung sulfur (S) dapat ditemukan pada pangan hewani dan pangan nabati. Pangan hewani sumber sulfur adalah daging, jeroan, ayam, ikan, telur, susu, dan produk olahan susu. Pangan nabati sumber sulfur adalah kecambah, gandum, dan kacang-kacangan. Pangan sumber sulfur (S) dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pangan Sumber Sulfur (S)

Sulfur (S) adalah komponen dari semua jaringan tubuh, khususnya jaringan yang tinggi protein seperti keratin kulit, otot, rambut dan kuku. Sulfur juga unsur dari hormon insulin, vitamin B, saliva, empedu, dan heparin darah. Ikatan sulfur adalah penyusun asam-asam amino metionin, sistin, dan sistein. Fungsi sulfur (S) dalam tubuh manusia adalah penyusun protein, hormon insulin, dan pengatur gula darah. Kekurangan sulfur (S) akan menyebabkan gangguan kesetahan yaitu penghambatan pembentukan protein, produksi hormon insulin terhambat sehingga menyebabkan timbulnya diabetes melitus, dan gangguan pengaturan gula darah.

Magnesium (Mg)

Jenis bahan makanan yang mengandung magnesium (Mg) dapat ditemukan pada pangan hewani dan pangan nabati. Pangan hewani sumber magnesium adalah daging, susu, dan produk olahan susu lainnya. Pangan nabati sumber magnesium adalah sayuran hijau, sereal, biji-bijian, dan kacang-kacangan. Pangan sumber magnesium (Mg) dapat dilihat pada Gambar 13.

Magnesium (Mg) di dalam tubuh terdapat pada tulang, otot, jaringan lunak, dan cairan tubuh. Magnesium adalah kation dalam cairan tubuh seperti halnya kalsium. Fungsi magnesium dalam tubuh manusia adalah aktivasi enzim dan mencegah kerusakan gigi. Kekurangan magnesium dapat menyebabkan gangguan kesehatan, yaitu kehilangan nafsu makan, gagal pertumbuhan, kejang otot, depresi, hipertensi, lemah otot, cemas, pusing-pusing,

kurang koordinasi, rambut rontok, gusi bengkak, dan gangguan saluran arteri.



Gambar 13. Pangan Sumber Magnesium (Mg)

Mineral Mikro (Diperlukan kurang dari 100 miligram)

Mineral mikro yang dibutuhkan oleh tubuh terdiri atas zat besi (Fe), Seng (Zn), dan Iodium (I). Mineral mikro di atas akan dijelaskan lebih lengkap sebagai berikut.

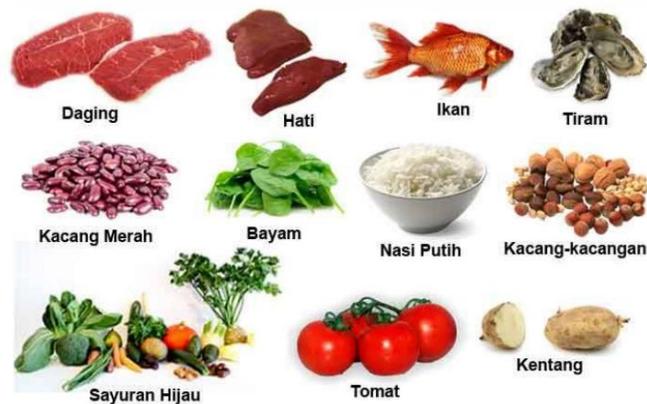
Besi (Fe)

Jenis bahan makanan yang mengandung zat besi (Fe) dapat ditemukan pada pangan hewani dan pangan nabati. Pangan hewani sumber zat besi adalah daging, ikan, dan unggas. Pangan nabati sumber zat besi adalah buah-buahan, sayur-sayuran, kacang-kacangan, dan biji-bijian. Pangan sumber zat besi (Fe) dapat dilihat pada Gambar 14.

Zat besi (Fe) dalam tubuh manusia dalam bentuk hemoglobin dalam eritrosit, myoglobin dalam otot, ezim, transferrin dalam aliran darah, ferritin dan hemosiderin sebagai

cadangan. Di dalam makanan zat besi memiliki 2 bentuk, yaitu besi hem dan besi non-hem. Besi hem dapat ditemukan pada pangan hewani, sedangkan besi non hem dapat ditemukan di pangan nabati. Fungsi zat besi (Fe) pada tubuh manusia adalah bahan pembentukan hemoglobin, komponen penyusun myoglobin, dan salah satu bagian dari metabolisme sel. Kekurangan zat besi (Fe) mengakibatkan anemia, produktifitas kerja dan berpikir menurun karena terhambatnya metabolisme energi.

Pangan Sumber Zat Besi (Fe)



Gambar 14. Pangan Sumber Zat Besi (Fe)

Seng (Zn)

Jenis makanan yang mengandung seng (Zn) dapat ditemukan pada pangan hewani dan pangan nabati. Pangan hewani sumber seng adalah daging, kerang, unggas, dan hati. Pangan nabati sumber seng adalah kacang-kacangan, dan biji-bijian. Pangan sumber seng (Zn) dapat dilihat pada Gambar 15.

Seng (Zn) ditemukan pada tubuh manusia di otot, tulang, hati, ginjal, dan kulit. Seng tidak bisa disintesis dalam tubuh sehingga harus dipenuhi dari mengonsumsi makanan. Fungsi seng (Zn) adalah bagian dari enzim, imunitas (kekebalan tubuh), fungsi kerja hormon insulin, proses pembentukan DNA dan RNA, penyusun sperma, pertumbuhan janin, dan kerja hormon tiroid. Kekurangan seng (Zn) menyebabkan pertumbuhan terhambat, sintesis kolagen akan abnormal, kulit kering dan terluka serta sulit sembuh, menghambat pematangan sek pada pria, sintesis dan pengeluaran testosterone rendah, menurunnya penciuman dan pengecap, kemunduran mental, dan gangguan sistem imun.



Gambar 12. Pangan Sumber Seng (Zn)

Iodium (I)

Jenis bahan makanan yang mengandung iodium (I) dapat ditemukan pada pangan hewani, yaitu ikan laut, ikan tawar, dan

unggas. Selain itu, iodium bisa ditemukan dari garam beryodium. Pangan sumber iodium (I) dapat dilihat pada Gambar 16.

Iodium (I) terdapat pada kelenjar tiroid yang berfungsi dalam pembentukan hormon T3-triiodothyronin dan T4-tetraiodothyronine (tiroksin). Fungsi iodium (I) adalah mengatur suhu tubuh, laju pelepasan energi selama metabolisme, laju penggunaan oksigen oleh sel, pertumbuhan dan perkembangan sistem saraf, dan pertumbuhan. Kekurangan iodium (I) dapat menyebabkan pembesaran kelenjar tiroid atau gondok, menyebabkan kretinisme atau kekerdilan, hambatan pertumbuhan fisik dan mental, gangguan pendengaran dan bisu.



Gambar 16. Pangan Sumber Iodium (I)

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita. 2003. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Jakarta: Gramedia
- Asiah, A., Yogisutanti, G., & Purnawan, A. I. (2020). Asupan Mikronutrien dan Riwayat Penyakit Infeksi pada Balita Stunting di UPTD Pukesmas Limbangan Kecamatan Sukaraja Kabupaten Sukabumi. *Journal of Nutrition College*, 9(1), 6-11. <https://doi.org/10.14710/jnc.v9i1.24647>
- Fauzia, F. R., Farmawati, A., & Lestari, L. A. (2019). Kepatuhan Konsumsi Suplemen Mikronutrien Tidak Terpengaruh oleh Bentuk Suplemen. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 16(2), 81-86. <https://doi.org/10.22146/ijcn.27617>
- Furkon, L. A. (2014). Mengenal Zat-zat Mikro (Vol. 1, pp. 1-31). Universitas Tebuka. <https://pustaka.ut.ac.id/lib/wp-content/uploads/pdfmk/PEBI4428-M1.pdf>
- Gifari, N. (2020). Modul Vitamin dan Mineral (Vol. 6, pp. 1-10). Universitas Esa Unggul. <https://lms-paralel.esaunggul.ac.id/mod/resource/view.php?id=269432>
- Hardinsyah, Tambunan V. 2004. Angka Kecukupan Energi, Protein, Lemak, dan Serat Makanan. Dalam Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII "Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi". Jakarta.
- Kementrian Kesehatan RI. 2013. Peraturan menteri kesehatan republik indonesia nomor 75 tahun 2013 : Tentang angka

kecukupan gizi yang dianjurkan bagi bangsa indonesia.
Jakarta.

- Maulida, A., & Pramono, A. (2015). Gambaran Asupan Vitamin A, Kadar Serum Seng, dan Status Gizi pada Anak Usia 9-12 Tahun. *Journal of Nutrition College*, 4(4), 323-328. <https://doi.org/10.14710/jnc.v4i4.10103>
- Moehji, Sjahmien. 1982. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Bhartara Karya Aksara. Moehji, Sjahmien. 2009. Ilmu Gizi II. Jakarta: Penerbit Papar Sinar Sianti.
- Oktarina, N. H., & Kartasurya, M. I. (2013). Pengaruh Pemberian Micronutrient Sprinkle terhadap Status Antropometri BB/U, TB/U dan BB/TB Anak Stunting Usia 12-36 Bulan. *Journal of Nutrition College*, 2(1), 192-199. <https://doi.org/10.14710/jnc.v2i1.2099>
- Purwandini, K., & Kartasurya, M. I. (2013). Pengaruh Pemberian Micronutrient Sprinkle terhadap Perkembangan Motorik Anak Stunting Usia 12-36 Bulan. *Journal of Nutrition College*, 2(1), 50-59. <https://doi.org/10.14710/jnc.v2i1.2098>
- Resmiati, Azrimaidaliza.2020. Dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat. Padang: LPPM Universitas Andalaz
- Sahana, O. N., & Sumarmi, S. (2015). Hubungan Asupan Mikronutrien dengan Kadar Hemoglobin pada Wanita Usia Subur (WUS). *Media Gizi Indonesia*, 10(2), 184-191. <https://e-journal.unair.ac.id/MGI/article/view/3380>

- Sutiari, N. K., Khomsan, A., Riyadi, H., Anwar, F., Kurniati, D. P. Y., & Astuti, W. (2021). Status Kesehatan dan Asupan Mikronutrien Vegetarian dan Nonvegetarian di Bali. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 17(4), 157-165. <https://doi.org/10.22146/ijcn.64443>
- Sutriari, N. K., Dwipayanti, N. M. U., Astuti, P. A. S., Wulandari, K. N. P., & Astuti, W. (2022). Defisiensi Mikronutrien pada Anak Usia 12-59 Bulan di Desa Lebih, Kabupaten Gianyar, Bali. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 19(2), 58-66. <https://jurnal.ugm.ac.id/jgki/article/view/76336>
- Utomo, R.M. Prijo. 1994. Ilmu Gizi. Makanan, Fisiologi dan Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan. Malang. OPF IKIP MALANG 1993/1994. Wilson, E.D. et al. 1979. Principles of nutrition. New York. John Wiley and Sons. Winarno, F.G. dan Titi Sulistyo Rahayu. 1994. Bahan Tambahan Makanan dan Komtaminan. Jakarta. Pustaka: Sinar Harapan.
- Yuniastuti, A. (2014). *Nutrisi Mikromineral & Kesehatan (Vol. 1)*. UNNES PRESS. <https://lib.unnes.ac.id/27080/>