



# **Nutrisi dan Senyawa Bioaktif pada Sayuran Daun**



Ida Agustini Saidi  
Syarifa Ramadhani Nurbaya  
Rima Azara  
Eviyanti

# **Nutrisi dan Komponen Bioaktif pada Sayuran Daun**

**Penulis:**

**Ida Agustini Saidi  
Rima Azara  
Syarifa Ramadhani N.  
Evi Yanti**



Diterbitkan oleh

**UMSIDA PRESS**

Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo

ISBN: 978-623-464-017-5

Copyright©2022.

**Authors**

All rights reserved

# **Nutrisi dan Komponen Bioaktif pada Sayuran Daun**

## **Penulis :**

Ida Agustini Saidi  
Rima Azara  
Syarifa Ramadhani N.  
Evi Yanti

## **ISBN :**

978-623-464-017-5

## **Editor :**

M. Tanzil Multazam  
Mahardika Darmawan K.W

## **Copy Editor :**

Wiwit Wahyu Wijayanti

## **Design Sampul dan Tata Letak :**

Wiwit Wahyu Wijayanti

## **Penerbit :**

UMSIDA Press

## **Redaksi :**

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo  
Jl. Mojopahit No 666B  
Sidoarjo, Jawa Timur

## **Cetakan pertama, Agustus 2022**

© Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dengan suatu apapun  
tanpa ijin tertulis dari penerbit.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga dapat diselesaikan buku yang berjudul “Nutrisi dan Komponen Bioaktif pada Sayuran Daun”. Buku ini disusun dan dipersiapkan sebagai salah satu bahan ajar mata kuliah Teknologi Pengolahan Hasil Tanaman Hortikultura. Buku ini akan membahas materi yang berkaitan dengan nutrisi dan komponen bioaktif pada berbagai jenis sayuran daun yang merupakan komponen nutrisi maupun non nutrisi yang diperlukan oleh tubuh, manfaatnya bagi kesehatan, serta sifat-sifat fungsionalnya dalam menghindarkan tubuh dari berbagai jenis penyakit.

Buku ini akan menguraikan tentang beberapa topik bahasan yang dirangkum dalam 5 BAB:

### **BAB 1 Pendahuluan**

Dalam bab 1 ini dijelaskan secara umum tentang nutrisi dan senyawa biokatif, manfaat nutrisi bagi tubuh, serta nutrisi dan komponen bioaktif yang terdapat pada sayuran daun.

### **BAB 2 Definisi nutrisi dan sumber nutrisi**

Dalam bab 2 ini menjelaskan tentang pengertian nutrisi, manfaat nutrisi, gangguan nutrisi, serta sumber-sumber nutrisi.

### BAB 3 Senyawa bioaktif dan sumber senyawa bioaktif

Dalam bab 3 ini dijelaskan tentang pengertian senyawa bioaktif, manfaat senyawa bioaktif, serta sumber-sumber nutrisi senyawa bioaktif.

### BAB 4 Nutrisi dalam sayuran daun dan pengelompokannya

Dalam bab 4 ini dijelaskan pengelompokan nutrisi terutama nutrisi dalam sayuran daun, jenis-jenis nutrisi makro dan mikro, serta peranan masing-masing nutrisi bagi tubuh dikaitkan dengan gangguan fungsi tubuh.

### BAB 5 Senyawa bioaktif dalam sayuran daun serta manfaatnya bagi kesehatan

Dalam bab 5 ini dijelaskan tentang berbagai komponen bioaktif yang terdapat dalam sayuran daun dan potensinya sebagai pangan fungsional.

Dengan selesainya penulisan buku ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bahan-bahan tulisan baik langsung maupun tidak langsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Dr. Hidayatullah, M.Si pemangku pimpinan tertinggi yaitu Rektor Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan dan memfasilitasi dalam penulisan buku ini.
2. LP3iK Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memfasilitasi dan mengkoordinasi dalam penulisan buku ini.
3. Dr. Hindarto, S.Kom., MT sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan dukungan dalam penulisan buku ini.
4. Lukman Hudi, S.TP., M.MT sebagai Kepala Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan dukungan dan masukan dalam penulisan buku ini.
5. Para dosen Teknologi Pangan yang telah banyak membantu dalam penyusunan penulisan buku ini.

Akhir kata, kritik dan saran sangat diharapkan untuk penyempurnaan buku ini. Harapan kami semoga buku ini dapat digunakan sebagai bahan belajar dan bermanfaat bagi aktivitas pembelajaran di Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>BAB II. NUTRISI PANGAN.....</b>	<b>5</b>
2.1. Definisi Nutrisi pangan .....	5
2.2. Sumber Nutrisi Pangan .....	12
<b>BAB III. SENYAWA BIOAKTIF .....</b>	<b>17</b>
3.1. Definisi Senyawa Bioaktif .....	17
3.2. Sumber Senyawa Bioaktif.....	17
3.2.1. Senyawa Polifenol.....	19
3.2.2. Senyawa Alkaloid .....	22
3.2.3. Senyawa Terpen dan Terpenoid.....	23
3.2.4. Klorofil .....	26
3.2.5. Glukosinolat .....	27
3.3. Sumber SENyawa Bioaktif .....	28
<b>BAB IV. NUTRISI PADA SAYURAN DAUN .....</b>	<b>33</b>
4.1. Kandungan Nutrisi pada Sayuran Daun .....	33
4.2. Air .....	37
4.3. Karbohidrat .....	38
4.4. Lemak.....	46
4.5. Protein .....	48
4.6. Vitamin.....	51
4.6.1. Vitamin Larut Lemak.....	52
4.6.2. Vitamin Larut Air .....	55
4.7. Mineral .....	57
4.7.1. Mineral Makro .....	58
4.7.2. Mineral Mikro.....	60

## **BAB V. SENYAWA BIOAKTIF PADA SAYURAN**

<b>DAUN .....</b>	<b>66</b>
5.1. Flavonoid.....	67
5.2. Karotenoid.....	69
5.3. Fitosterol .....	70
5.4. Klorofil.....	71
5.5. Asan Fenolat.....	72
5.6. Komponen Bioaktif pada Berbagai Sayuran daun .....	72
Daftar Pustaka .....	76
Profil Penulis.....	78

## 1. PENDAHULUAN

Setiap hari, disadari ataupun tidak kita tidak pernah bisa lepas dari nutrisi. Hal itu disebabkan karena setiap hari kita memerlukan makanan yang merupakan sumber nutrisi. Kata nutrisi berasal dari kata “*nutrition*”, di Indonesia lebih dikenal dengan sebutan “gizi” memiliki makna sebagai makanan yang menyehatkan. Nutrisi dalam bahan pangan yang kita konsumsi dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan terutama pada anak-anak dan remaja serta penggantian jaringan tubuh yang rusak akibat kegiatan fisik atau bekerja.

Konsep nutrisi tentang pangan telah berubah secara nyata dari mengenai penekanan terhadap pemuasan rasa lapar serta pencegahan timbulnya pengaruh negatif yang merugikan bagi tubuh menjadi konsep yang menekankan tentang hidup sehat dan pencegahan terhadap timbulnya suatu penyakit. Dewasa ini konsumen memiliki kecenderungan menilai pangan tidak hanya berdasarkan kandungan nilai nutrisi dan lezat atau tidaknya pangan tersebut, namun juga mempertimbangkan pengaruhnya terhadap kesehatan tubuhnya. Sehingga pangan tidak hanya harus enak dan memiliki nutrisi yang lengkap, tetapi juga harus menyehatkan (memiliki sifat fungsional).

Kesadaran konsumen yang semakin meningkat akan pentingnya fungsi fisiologis pangan didasarkan atas kenyataan, bahwa penyebab terbesar suatu penyakit diantaranya adalah akibat kesalahan diet atau kesalahan didalam memilih makanan. Selain itu pola konsumsi pangan yang tidak sehat dapat pula mengakibatkan penyakit-penyakit degeneratif seperti hipertensi dan jantung koroner dan bahkan dapat pula menimbulkan kematian. Makanan yang bermanfaat untuk mencegah suatu penyakit yang berkaitan dengan sistem kekebalan tubuh, endokrin, saraf, sistem pencernaan, sistem sirkulasi, dan lain-lain disebut sebagai pangan fungsional.

Pangan fungsional adalah pangan yang mempunyai tiga fungsi dasar, yaitu fungsi sensori (citarasa, warna, tekstur, dan lainnya), fungsi nutrisi, dan fungsi fisiologis karena adanya zat non-gizi yang bersifat bioaktif. Suatu pangan dikatakan bersifat fungsional apabila mengandung komponen nutrisi ataupun non nutrisi yang dapat mempengaruhi satu atau sejumlah terbatas fungsi dalam tubuh yang bersifat menyehatkan. Istilah pangan fungsional merupakan nama yang paling dapat diterima oleh semua pihak untuk golongan pangan baik makanan ataupun minuman yang mengandung bahan-bahan yang telah terbukti dapat meningkatkan status kesehatan dan mencegah timbulnya penyakit tertentu. Komponen nutrisi

ataupun non nutrisi yang dimaksud disebut sebagai komponen bioaktif.

Komponen bioaktif dalam bahan pangan yang menimbulkan adanya sifat fungsional telah mendapat perhatian yang cukup tinggi, baik yang bersumber dari pangan nabati maupun pangan hewani. Pengelompokan senyawa didalam pangan fungsional dan dianggap mempunyai fungsi fisiologis tertentu adalah senyawa-senyawa alami, tetapi bukan merupakan nutrisi utama (seperti karbohidrat, lemak, protein) serta nutrisi mikro (vitamin dan mineral). Walaupun demikian pada prinsipnya pola pendekatan pangan fungsional juga mengacu pada nutrisi utama tersebut. Komponen bioaktif tersebut digolongkan sebagai nutrisi (seperti protein, asam lemak, vitamin, dan mineral) serta zat non nutrisi (seperti serat pangan, oligosakarida, senyawa fenol, dan sebagainya).

Fungsi–fungsi fisiologis yang diberikan oleh pangan fungsional antara lain adalah mengatur ritme kondisi fisik tubuh, memperkuat mekanisme daya tahan tubuh, membantu mengembalikan kondisi tubuh setelah terserang penyakit tertentu, mencegah penuaan dini, dan mencegah penyakit yang berkaitan dengan makanan. Makanan fungsional lebih bersifat preventif (pencegahan terhadap penyakit) dan dapat

dikonsumsi sebagai bagian dari makanan sehari-hari, bentuknya bisa berupa makanan ataupun minuman.

Sayuran telah terbukti memberikan berbagai manfaat bagi kesehatan. Peningkatan konsumsi sayuran berkorelasi positif dengan penurunan risiko berbagai jenis penyakit seperti jantung, stroke, artritis, penyakit radang usus, dan kanker. Setiap komponen nutrisi baik zat gizi maupun non gizi memiliki peran masing-masing bagi kelangsungan fungsi tubuh. Demi dapat memenuhi kebutuhan tersebut, seharusnya kita dapat mengenal jenis-jenis nutrisi yang diperlukan oleh tubuh sehingga kita dapat mengonsumsi makanan secara tepat dan benar.

Sayuran, terutama sayuran daun hijau merupakan sumber vitamin seperti beta-karoten, asam askorbat, riboflavin, asam folat, dan mineral seperti kalsium, besi, dan fosfor. Asam folat dibutuhkan untuk memperbanyak dan pendewasaan sel-sel darah merah.

Buku ini akan membahas materi yang berkaitan dengan nutrisi dan komponen bioaktif pada berbagai jenis sayuran daun yang merupakan komponen nutrisi maupun non nutrisi yang diperlukan oleh tubuh, manfaatnya bagi kesehatan, serta sifat-sifat fungsionalnya dalam menghindarkan tubuh dari

berbagai jenis penyakit. Buku ini akan menguraikan tentang beberapa topik bahasan meliputi:

1. Definisi nutrisi dan sumber nutrisi

Menjelaskan tentang pengertian nutrisi, manfaat nutrisi, gangguan nutrisi, serta sumber-sumber nutrisi.

2. Senyawa bioaktif dan sumber senyawa bioaktif

Menjelaskan tentang pengertian senyawa bioaktif, manfaat senyawa bioaktif, serta sumber-sumber nutrisi senyawa bioaktif.

3. Nutrisi dalam sayuran daun dan pengelompokannya

Menjelaskan pengelompokan nutrisi terutama nutrisi dalam sayuran daun, jenis-jenis nutrisi makro dan mikro, serta peranan masing-masing nutrisi bagi tubuh dikaitkan dengan gangguan fungsi tubuh.

4. Senyawa bioaktif dalam sayuran daun serta manfaatnya bagi kesehatan

Menjelaskan tentang berbagai komponen bioaktif yang terdapat dalam sayuran daun dan potensinya sebagai pangan fungsional.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N. 2015. Menggali Potensi Komponen Bioaktif Sayuran Indigenos sebagai ZatPengatur Kesehatan dan Ingridien Pangan Fungsional. Orasi Ilmiah Guru Besar 1-5.
- Harini, N., Warkoyo, dan D. 2015. Hermawan. Pangan Fungsional Makanan untuk Kesehatan. UMM Press. Malang. ISBN: 978-979-796-119-0.
- Irvan, M. 2020. Konsep Dasar Ilmu Gizi dalam <http://> diakses tanggal 10 Februari 2022.
- Kumar, D., S. Kumar and Ch. Shekhar. 2020. Nutritional components in green leafy vegetables: A review. *Journal Pharmacognosy and Phytochem* 9(5): 2498-2502.
- Miharti, T., S. Nugraini dan G. M. Sutejo. 2013. Ilmu Gizi 1. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pengembangan SMK. Depok.
- Rahmadi, A. dan Bohari. 2018. Pangan Fungsional Berkhasiat Antioksidan: Buku Referensi Teknologi Pengolahan Pangan. Mulawarman University Press. Samarinda.

## 2. NUTRISI PANGAN

### 2.1 Definisi Nutrisi pangan

Kata nutrisi berasal dari kata “*nutrition*”, di Indonesia lebih dikenal dengan sebutan “gizi” yang memiliki makna sebagai makanan yang menyehatkan. Nutrisi atau zat gizi terdapat dalam asupan makanan yang dikonsumsi. Nutrisi dalam bahan pangan (makanan) diperlukan untuk pemeliharaan tubuh termasuk pertumbuhan dan penggantian jaringan tubuh yang rusak akibat kegiatan fisik atau bekerja. Nutrisi merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan kebugaran tubuh atau jasmani. Asupan nutrisi seseorang dikatakan baik atau normal apabila terdapat keseimbangan antara kebutuhan terhadap nutrisi dengan makanan yang dikonsumsi, maksudnya jumlah nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh sama dengan asupan nutrisi yang dikonsumsi tubuh serta jumlah energi yang dikonsumsi sama dengan jumlah energi yang dibutuhkan serta sama dengan energi yang dikeluarkan dari dalam tubuh.

Setiap hari, disadari ataupun tidak kita tidak pernah bisa lepas dari nutrisi. Hal itu disebabkan karena setiap hari kita memerlukan makanan yang merupakan sumber nutrisi. Setiap komponen nutrisi memiliki peran yang berbeda bagi

keberlangsungan fungsi tubuh. Lima fungsi utama nutrisi bagi tubuh yaitu sebagai:

1. Sumber energi dan tenaga, jika fungsi ini terganggu maka seseorang akan cepat merasa lelah sehingga malas bergerak (kurang gerak) atau kurang aktif.
2. Menyokong pertumbuhan badan, membantu pembentukan atau penambahan sel baru pada sel yang sudah ada.
3. Memelihara jaringan tubuh, mengganti sel yang aus terpakai, memperbaiki sel yang rusak seperti pada luka tubuh dengan terjadinya jaringan penutup luka.
4. Mengatur metabolisme dan berbagi keseimbangan dalam cairan tubuh (keseimbangan air, asam basa, dan mineral).
5. Beberapa komponen nutrisi berperan dalam mekanisme pertahanan tubuh terhadap berbagai penyakit sebagai antioksidan dan antibodi lainnya.

Makanan sehari-hari yang dikonsumsi harus mengandung semua nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh, karena nutrisi berperan penting bagi kesegaran tubuh, oleh karena itu penting pula memilih dengan baik beragam jenis

makanan yang mengandung semua nutrisi yang dibutuhkan untuk fungsi normal tubuh. Sebaliknya, bila makanan tidak dipilih dengan baik, tubuh akan mengalami kekurangan nutrisi-nutrisi penting atau essensial. Nutrisi dapat dikelompokkan berdasarkan tiga hal yaitu:

1. Berdasarkan fungsinya

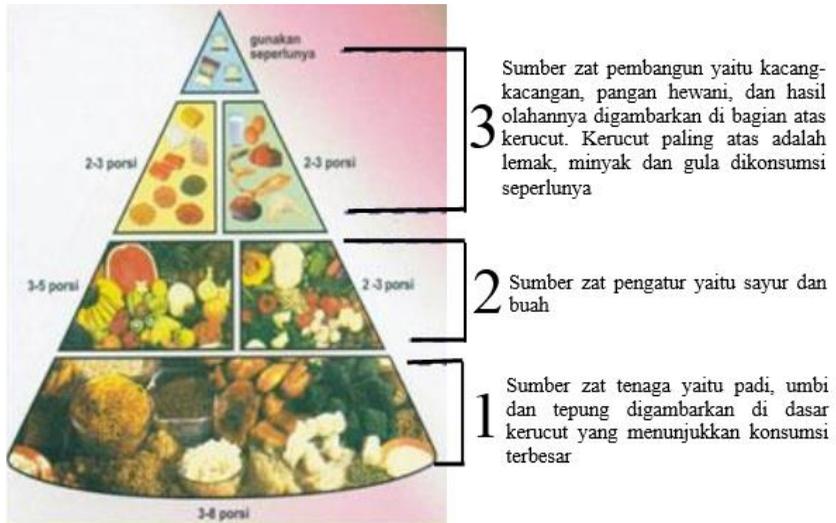
Berdasarkan fungsinya, nutrisi dikelompokkan menjadi tiga yaitu: a) sebagai sumber zat tenaga (energi) diperoleh dari karbohidrat, protein, dan lemak; b) sebagai sumber zat pengatur diperoleh dari protein, air, vitamin, dan mineral; serta c) sebagai sumber zat pembangun diperoleh dari protein, lemak, vitamin, dan mineral (Gambar 1).

2. Berdasarkan kebutuhan atau jumlahnya

Berdasarkan kebutuhan dan jumlah yang dibutuhkan oleh tubuh, nutrisi dibedakan menjadi dua yaitu: a) nutrisi makro yaitu nutrisi yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang besar terdiri dari karbohidrat, protein, dan lemak serta b) nutrisi mikro yaitu nutrisi yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang sedikit terdiri dari vitamin dan mineral.

### 3. Berdasarkan sumbernya

Berdasarkan sumbernya nutrisi dibedakan menjadi dua kelompok yaitu: a) nutrisi yang berasal dari hewan (hewani) serta b) nutrisi yang berasal dari tumbuhan (nabati).



Gambar 1. Fungsi Nutrisi (Miharti dkk., 2013)

Nutrisi memiliki peranan penting bagi kehidupan manusia. Nutrisi yang dibutuhkan setiap manusia sama, namun jumlahnya berbeda-beda sesuai dengan usia dan kebutuhan tubuh pada masing-masing manusia. Kebutuhan nutrisi dibedakan menjadi dua yaitu nilai rekomendasi harian dan nilai asupan harian yang direkomendasikan.

1. Nilai rekomendasi harian disebut juga dengan istilah *daily recommended values* (DRV) atau *minimal daily requirement* (MDR) atau kebutuhan minimal nutrisi harian. MDR dibedakan menjadi MDR pada saat sehat disebut sebagai MDR preventif, yaitu kebutuhan nutrisi minimal yang dibutuhkan tubuh agar tidak jatuh sakit, dan MDR pada saat sakit yang disebut sebagai MDR terapeutik yaitu jumlah nutrisi minimal yang dibutuhkan tubuh untuk sembuh.
2. Nilai asupan harian yang direkomendasikan atau *daily recommended intakes* (DRI) atau disebut juga angka kecukupan gizi (AKG) adalah angka kebutuhan nutrisi rata-rata pada kelompok umur menurut jenis kelamin secara umum. AKG merupakan tingkat konsumsi nutrisi esensial yang dianjurkan dan dinilai cukup untuk memenuhi kebutuhan nutrisi hampir semua orang sehat. Untuk menentukan AKG perlu diperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap AKG seperti; tingkat kesehatan gizi masyarakat yang akan dicapai, tingkat ekonomi masyarakat, kelompok umur, jenis

kelamin, aktivitas fisik , dan kondisi fisik khusus (misalnya hamil/menyusui).

Semua komponen nutrisi tersebut harus terpenuhi setiap harinya untuk menunjang aktivitas sehari-hari. Pedoman Umum Gizi Seimbang (PUGS) menganjurkan agar kebutuhan energi (karbohidrat) rata-rata sekitar 60-70 %, protein 10-15 %, dan lemak 10-25 %. Sementara vitamin dan mineral yang harus dipenuhi antara lain vitamin A, B, C, D, E, zat besi, seng, tembaga, mangan, dan lain-lain. Pedoman gizi seimbang digambarkan sebagai tumpeng atau kerucut seperti berikut:



Gambar 2. Pedoman Gizi Seimbang (Miharti dkk., 2013)

Konsumsi makanan berpengaruh terhadap status gizi seseorang. Status gizi adalah keadaan tubuh sebagai akibat konsumsi makan dan penggunaan nutrisi dalam makanan. Status gizi dikatakan baik atau optimal apabila tubuh memperoleh cukup nutrisi yang digunakan secara efisien, sehingga memungkinkan pertumbuhan fisik, perkembangan otak, kemampuan kerja dan peningkatan kesehatan secara umum pada tingkat setinggi mungkin. Status gizi kurang terjadi bila tubuh mengalami kekurangan satu atau lebih nutrisi esensial.

Pemenuhan nutrisi yang tidak seimbang disebut juga dengan gangguan gizi. Ditinjau dari penyebabnya, gangguan gizi dibagi menjadi dua yaitu gangguan gizi primer dan gangguan gizi sekunder. Pada gangguan gizi primer, ketidakseimbangan nutrisi yang dibutuhkan tubuh disebabkan karena susunan makanan yang salah, baik dalam hal kualitas maupun kuantitasnya. Faktor primer ini meliputi; kurangnya penyediaan pangan, kurang baiknya distribusi pangan, kemiskinan, ketidak tahuan, dan kebiasaan makan yang salah.

Sedangkan gangguan gizi sekunder diakibatkan oleh semua faktor yang menyebabkan nutrisi tidak dapat dimanfaatkan oleh sel-sel di dalam tubuh setelah makanan dikonsumsi. Gangguan gizi sekunder meliputi aspek absorpsi

(misalnya pada pasien malabsorpsi, pasien post operasi pencernaan, dan pasien yang mengalami infeksi usus halus *atau thypus abdominalis*); anatomi (misalnya pasien dengan kelainan kongenital rongga mulut, kelumpuhan otot pengunyah pada penderita stroke, dan tumor daerah esofagus); ekskresi (misalnya pasien yang tidak mampu mengeluarkan sisa hasil metabolisme makanan); metabolisme (misalnya pada pasien diabetes mellitus yang kekurangan insulin); dan obat-obatan (misalnya konsumsi obat-obatan yang berinteraksi dengan makanan sehingga beberapa nutrisi tidak dapat diserap tubuh). Dampak kekurangan nutrisi bagi tubuh antara lain adalah:

1. Tidak tersedianya sumber energi untuk produksi tenaga
2. Terganggunya atau terhambatnya pertumbuhan terutama pada anak dan remaja
3. Menurunnya sistem pertahanan tubuh karena nutrisi berperan sebagai bahan baku sistem pertahanan (protein dan air)
4. Terganggunya struktur dan fungsi otak
5. Kekurang nutrisi kronis dapat menimbulkan perubahan perilaku menjadi antisosial.

Meski demikian, kelebihan nutrisi juga berdampak negatif bagi tubuh yaitu dapat menyebabkan obesitas dan meningkatkan risiko timbulnya penyakit degeneratif seperti diabetes mellitus, hipertensi, penyakit jantung koroner, penyakit hati, dan kantung empedu. Selain penyakit akibat nutrisi kurang dan nutrisi lebih, penyakit yang berkaitan dengan nutrisi adalah penyakit metabolik bawaan seperti *lactose intolerance* dan galaktosemia, dan penyakit keracunan makanan.

#### 1. Obesitas

Energi yang diperoleh dari makanan digunakan tubuh untuk beraktifitas sehari-hari. Asupan makanan dan aktivitas yang cukup diperlukan untuk membakar kelebihan energi yang ada. Jika hal ini tidak terjadi, maka kelebihan energi akan diubah menjadi lemak dan disimpan di dalam sel-sel lemak. Obesitas atau kegemukan merupakan suatu penyakit yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara konsumsi kalori dan kebutuhan energi, dimana konsumsi terlalu berlebihan dibandingkan dengan kebutuhan atau pemakaian energi. Kelebihan energi di dalam tubuh disimpan dalam bentuk jaringan lemak. Pada keadaan

normal, jaringan lemak ditimbun di beberapa tempat tertentu, diantaranya di dalam jaringan subkutan dan di dalam jaringan tirai usus (omentum). Jaringan lemak subkutan didaerah dinding perut bagian depan mudah terlihat menebal pada seseorang yang menderita obesitas.

## 2. Diabetes mellitus

Diabetes mellitus atau penyakit kencing manis adalah penyakit yang disebabkan karena adanya peningkatan kadar gula (glukosa) dalam darah akibat gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Gangguan metabolisme tersebut disebabkan karena tubuh kurang memproduksi hormon insulin yang dibutuhkan untuk proses perombakan gula menjadi tenaga (energi) serta sintesis lemak. Penderita penyakit diabetes mellitus disarankan untuk menjaga pola makan dan jumlah makanan yang di konsumsinya terutama karbohidrat.

## 3. Hipertensi

Hipertensi atau tekanan darah tinggi adalah peningkatan tekanan darah sistolik lebih dari 140 mmHg dan diastolik lebih dari 90 mmHg. Beberapa

faktor yang berperan dalam terjadinya hipertensi adalah tingkat aktivitas fisik, pola diet atau status gizi, dan genetik. Tekanan darah tinggi merupakan faktor risiko timbulnya penyakit kardiovaskular.

#### 4. Jantung koroner

Kolesterol atau bahan lemak yang tidak diserap tubuh dapat tertumpuk dalam pembuluh darah arteri dan menimbulkan plak, akibatnya arteri menyempit sehingga menyebabkan pengiriman oksigen ke jantung berkurang. Kurangnya pengiriman oksigen ke jantung dapat mengakibatkan nyeri dada atau disebut angina. Proses ini dikenal sebagai aterosklerosis. Apabila arteri sampai pecah dan menyebabkan terbentuknya pembekuan darah di arteri koroner, yang menghambat atau memblok darah untuk mengalir ke otot jantung, sehingga menyebabkan serangan jantung. Penyumbatan arteri koroner oleh plak dapat menyebabkan serangan jantung (*myocardial infarction*). Gejala penyakit jantung biasanya terjadi selama latihan atau aktifitas, karena meningkatnya permintaan nutrisi dan oksigen yang tidak dapat dipenuhi akibat penyumbatan arteri koroner. Selain nyeri dada dan

sesak nafas, beberapa gejala umum penyakit jantung termasuk rasa sakit pada rahang, nyeri punggung, dan jantung berdebar-debar.

#### 5. Liver dan penyakit kantong empedu

Liver (hati) membuang kelebihan kolesterol melalui empedu, dimana cairan empedu adalah air, agar kolesterol bisa diangkut oleh empedu, kolesterol harus dilarutkan terlebih dahulu oleh dua zat yaitu asam empedu dan lesitin (yang berfungsi seperti deterjen yang dibuat dalam hati. Jika kolesterol yang harus dibuang lebih banyak dari kedua zat pelarut tersebut, maka sebagian kolesterol yang tidak terlarut akan lengket bersama membentuk partikel dan berkembang menjadi batu empedu. Batu empedu, biasanya terbentuk di dalam kantung empedu atau di saluran empedu, dan saluran hati serta dapat memicu peradangan dan infeksi.

#### 6. *Lactose intolerance*

Penyakit *lactose intolerance* merupakan penyakit yang diakibatkan oleh kurangnya enzim *lactase* sehingga mengalami gangguan metabolisme laktosa, akibatnya tubuh tidak dapat mencerna

laktosa. Kadar laktosa yang cukup tinggi di dalam saluran pencernaan bertindak sebagai pencahar sehingga mengakibatkan kembung, flatulen, dan diare.

#### 7. Galaktosemia

Galaktosemia disebabkan oleh kekurangan salah satu enzim yang diperlukan untuk metabolisme galaktosa. Bayi yang baru lahir yang menderita penyakit galactosemia nampak normal, tetapi dalam berapa hari atau minggu akan mengalami kehilangan selera makan, muntah, menjadi kuning, mengalami diare, dan terhentinya proses pertumbuhan.

## **2.2 Sumber Nutrisi Pangan**

Nutrisi seimbang merupakan susunan makanan sehari-hari yang mengandung nutrisi dalam jenis dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tubuh, dengan memperhatikan prinsip keragaman makanan, keamanan makanan, pola hidup aktif, dan berolahraga serta pentingnya berat badan ideal. Asupan nutrisi dapat diperoleh dari zat gizi makro seperti air, karbohidrat, protein, lemak dan zat gizi mikro berupa vitamin dan mineral.

Sumber nutrisi dapat diperoleh dari makanan dengan susunan menu sehat dan seimbang yang mengandung semua komponen nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh. Sumber nutrisi dapat diperoleh dari bahan pangan nabati maupun bahan pangan hewani. Bahan pangan nabati merupakan bahan pangan yang berasal dari tumbuhan seperti sayuran dan buah-buahan. Bahan pangan hewani merupakan bahan pangan yang berasal dari hewan seperti daging, telur, dan susu (Tabel 1 - 3).

Tabel 1. Sumber Nutrisi Makro

No	Jenis nutrisi	Sumber	Fungsi bagi tubuh
1	Karbohidrat	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Golongan padi-padian: jagung, gandum, beras, oatmeal</li> <li>b. Umbi-umbian: ubi jalar, ubi kayu, talas, kentang</li> <li>c. Sagu dan tepung sagu</li> <li>d. Pasta: chogneloni farfale,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sebagai sumber energi</li> <li>- Cadangan tenaga bagi tubuh</li> <li>- Memberikan rasa kenyang</li> </ul>

---

		fettucini, lasagna	
2	Protein	a. Protein nabati: kacang-kacangan, kedelai, gandum b. Protein hewani: udang, ikan, daging, putih telur, susu	- Membentuk, mempertahankan serta mengganti sel-sel atau jaringan tubuh - Menjaga keseimbangan asam basa pada cairan tubuh - Sebagai enzim, sebagai plasma (albumin), dan pembentuk antibodi, serta sebagai bagian dari sel yang bergerak (protein otot).
3	Lemak	a. Lemak hewani: daging, keju, ikan, kuning telur, susu b. Lemak nabati: alpukat, kacang-kacangan,	- Sumber energi setelah karbohidrat - Cadangan energi berupa jaringan lemak - Pelindung organ tubuh seperti bola mata dan ginjal - Penyerapan vitamin A, D, E, K

---

---

cokelat, minyak kelapa, minyak zaitun	-	yang larut dalam lemak Memelihara suhu tubuh
---	---	---

---

Sumber: Miharti dkk (2013)

Tabel 2. Sumber Vitamin

No	Jenis vitamin	Sumber	Fungsi bagi tubuh
1	Vitamin A	Hati, susu, mentega, minyak ikan, kuning telur, sayuran, wortel, buah-buahan yang berwarna merah seperti pepaya dan tomat	- Menjaga kesehatan mata dan kulit - Pemeliharaan jaringan pelapis - Meningkatkan daya tahan tubuh
2	Vitamin D	Sinar matahari, keju, susu, sereal, minyak ikan, kuning telur, dan mentega	- Mengatur metabolisme mineral - Meningkatkan penyerapan kalsium dan fosfor untuk pertumbuhan tulang - Membentuk dan memelihara tulang dan gigi

---

---

3	Vitamin E	Sayuran hijau, kacang-kacangan, gandum, minyak nabati, kiwi, telur, biji-bijian (terutama yang sedang berkecambah)	- - -	Meningkatkan kesuburan Antioksidan dan menjaga kesehatan sel Menjaga kesehatan kulit dan rambut
4	Vitamin K	Bayam, sawi, kangkung, kedelai, labu, asparagus, peterseli, dan kubis	- -	Membantu proses pembekuan darah dan mempercepat penyembuhan luka
5	Vitamin B	Beras merah, asparagus, kol, gandum, susu kedelai, pisang, ikan, salmon, tuna, yoghurt, tomat, alpukat, brokoli, daging, hati, telur, susu, beras merah, bekatul, dan kacang hijau	- - - -	Sintesis enzim, hormon dan membantu proses metabolisme Menjaga kesehatan rambut, kuku, kulit, otak, otot, dan sistem saraf Pembentukan serotonin, keratin dan sel darah merah
6	Vitamin C	Buah-buahan dan sayuran segar seperti jeruk,	-	Pembentukan kolagen dan neurotransmitter

---

---

nanas, cabai, tomat, pepaya, bayam, paprika, melon, mangga, strowberi	- Menjaga kesehatan tulang, gigi dan gusi
-	Sistem kekebalan tubuh dan antioksidan

---

Sumber: Miharti dkk (2013); Anonim (2021)

Tabel 3. Sumber Mineral

---

<b>No</b>	<b>Jenis mineral</b>	<b>Sumber</b>	<b>Fungsi bagi tubuh</b>
1	Kalsium	Susu, kale, keju, yoghurt, brokoli, ikan	- Sebagai penguat tulang dan gigi - Membantu otot dan pembuluh darah dalam berkontraksi dan mengirim pesan ke syaraf pusat
2	Magnesium	Biji-bijian, kacang-kacangan, sayuran hijau, siput	- Mengatur kadar gula dan tekanan darah - Menjaga fungsi saraf dan otot serta berkaitan dengan sintesis DNA
3	Zat besi	Daging, kangkung, brokoli, bayam	- Mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh
4	Seng	Keju, susu, daging,	- Mendorong sistem kekebalan tubuh

---

---

		yoghurt, cokelat	- Sintesis protein dan DNA
5	Yodium	Ikan, garam, susu, <i>seafood</i> , rumput laut	- Mengatur proses metabolisme dan bagian dari hormon tiroid
6	Tembaga	Tiram, janur, hati, kentang	- Sebagai bagian dari enzim dan berperan dalam pengikatan kolagen
7	Selenium	Biji-bijian, daging, <i>seafood</i>	- Mencegah anemia - Antioksidan
8	Fosfor	Daging, ikan, telur, susu	- Menjaga kesehatan tulang, otot dan pembuluh darah
9	Kalium	Bayam, pisang, pepaya, kentang, anggur, jeruk	- Mengatur detak jantung, otot dan saraf - Menangkal efek negatif natrium terhadap tekanan darah
10	Natrium	Garam dapur, ikan asin, kecap	- Menjaga keseimbangan cairan tubuh, kontraksi otot dan transmisi saraf
11	Sulfur	Daging, ikan, susu	- Membantu sintesis protein dan DNA

---

12	Kromium	Keju, hati, kacang-kacangan	-	Mengatur kadar gula darah
13	Fluor	Kerang, anggur, teh, kopi	-	Menjaga kesehatan gigi

Sumber: Miharti dkk (2013); Yuniastuti (2014); Anonim (2010)

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2020. 12 Jenis Mineral dan Fungsinya yang Diperlukan Bagi Tubuh dalam <https://www.sehataqua.co.id> diakses tanggal 10 April 2022.
- Anonim. 2021. Jenis Vitamin Beserta Sumber dan Manfaatnya dalam <https://www.kompas.com> diakses tanggal 08 April 2022.
- Hasanah, U. 2015. Mengenal Penyakit Batu Empedu. *Jurnal Keluarga Sejahtera* 13 (26): 28-35.
- Irvan, M. 2020. Konsep Dasar Ilmu Gizi dalam <http://> diakses tanggal 10 Februari 2022.
- Kumar, D., S. Kumar and Ch. Shekhar. 2020. Nutritional components in green leafy vegetables: A review. *Journal Pharmacognosy and Phytochem* 9(5): 2498-2502.

- Miharti, T., S. Nugraini dan G. M. Sutejo. 2013. Ilmu Gizi 1. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pengembangan SMK. Depok.
- Natesh, H. N., L. Abbey and S. K. Asiedu. 2017. An Overview of Nutritional and Anti Nutritional Factors in Green Leafy Vegetables. *Horticulture International Journal* 1 (2): 58-65.
- Palupi, J. S. 2019. Telaah Pustaka 1. Hakikat Zat Gizi dalam <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id> diakses tanggal 10 Februari 2022.
- Pardede, E. 2013. Tinjauan Komposisi Kimia Buah dan Sayur: Peranan Sebagai Nutrisi dan Kaitannya dengan Teknologi Pengawetan dan Pengolahan. *Jurnal Visi* 21 (3): 1-16.
- Rahmadi, A. dan Bohari. 2018. Pangan Fungsional Berkhasiat Antioksidan: Buku Referensi Teknologi Pengolahan Pangan. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Rahmi, P. 2018. Peran Nutrisi Bagi Tumbuh dan Kembang Anak Usia Dini dalam <https://jurnal.ar-raniry.ac.d> diakses tanggal 10 Februari 2022.
- Sugiatmi dan M. Fauziah. 2020. Hubungan Konsumsi Sayuran dengan Tekanan Darah Pada Remaja di Tangerang Selatan. *Muhammadiyah Journal of Nutrition and Food Science* 1 (1): 17-21.
- Yuniastuti, A. 2014. Nutrisi Mikromineral dan Kesehatan. Unnes Press. Semarang.

### **3. SENYAWA BIOAKTIF**

#### **3.1 Definisi Senyawa Bioaktif**

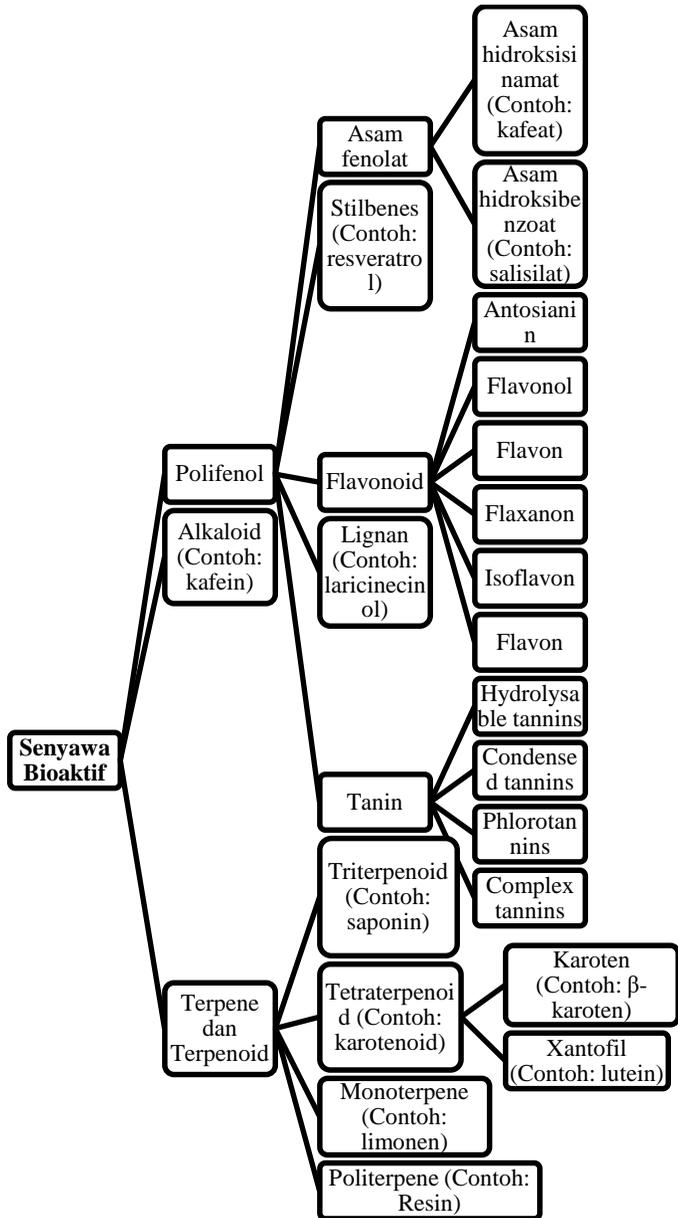
Bioaktif berasal dari Bahasa Yunani, yaitu “bios” dan “activus”. Bios memiliki arti hidup dan activus memiliki arti dinamis atau penuh dengan energi. Senyawa bioaktif merupakan metabolit sekunder yang tidak dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, tetapi dibutuhkan meningkatkan kemampuan tanaman untuk bertahan hidup dari rintangan-rintangan yang ada di dekat tanaman tersebut. Keberadaan metabolit sekunder ini sangat penting bagi tumbuhan untuk dapat mempertahankan dirinya dari makhluk hidup lainnya, mengundang kehadiran serangga untuk membantu penyerbukan dan lain-lain. Metabolit sekunder juga memiliki manfaat bagi makhluk hidup lainnya. Metabolisme sekunder menghasilkan sejumlah besar senyawa-senyawa khusus yang terhubung dengan metabolisme primer dalam hal senyawa pembangun dan enzim dalam biosintesis.

Senyawa bioaktif terdiri dari molekul-molekul kecil yang spesifik dengan fungsi dan peranan yang berbeda. Keberadaan senyawa bioaktif pada tanaman jumlahnya hanya sedikit, namun senyawa ini memiliki peranan yang cukup penting bagi kesehatan tubuh manusia. Kandungan senyawa

bioaktif merupakan penanggung jawab terhadap khasiat suatu tanaman yang memiliki efek farmakologi. Senyawa bioaktif (senyawa fitogenik) umumnya dijumpai pada semua bagian tanaman, akar, batang, daun, dan buah. Sebagian zat bioaktif memiliki sifat antimikroba, antifungi, antioksidan, dan atau imunomodulator.

### **3.2 Jenis-jenis Senyawa Bioaktif**

Senyawa bioaktif diklasifikasikan menjadi tiga kelompok besar, yaitu: polifenol, alkaloid, serta terpene dan terpenoid. Selain itu terdapat pula klorofil, glukosinolat dan antraquinon. Pengklasifikasian senyawa bioaktif dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Klasifikasi Senyawa Bioaktif

### 3.2.1 Senyawa Polifenol

Senyawa polifenol atau fenolik merupakan senyawa yang mempunyai sebuah cincin aromatik yang berasal dari tumbuhan dengan satu atau lebih gugus hidroksil (fenol). Senyawa fenolik terdiri dari berbagai kelompok: flavonoid sederhana, asam fenolat, flavonoid kompleks, dan antosianin. Senyawa fenolik memiliki aktivitas antibakteri dan antifungi. Senyawa fenolik memiliki cincin aromatik dan penggantian satu atau lebih gugus hidroksil, dari molekul yang sederhana hingga sangat kompleks.

Senyawa polifenol bersifat multifungsi dan berperan sebagai antioksidan karena dapat menghambat enzim atau mengikat ion logam yang terlibat dalam produksi radikal bebas. Polifenol dapat menyumbangkan satu elektron pada radikal bebas yang elektronnya tidak berpasangan, sehingga reaksi oksidasi menjadi terhambat. Sebagai antioksidan, polifenol dapat menurunkan oksidasi LDL (lipoprotein densitas rendah) dan meningkatkan pembentukan *nitric oxide* (NO). Senyawa NO bersifat antiaterosklerosis, karena NO dapat menyebabkan dilatasi pembuluh darah (vasodilator).

Kelas-kelas utama senyawa polifenol antara lain stilbenes, asam fenolat, flavonoid, lignin, dan tanin. Senyawa ini memiliki manfaat yang banyak, seperti: sebagai

antioksidan, anti mikrobial, anti alergenik, dan dapat melindungi jantung.

1. Asam fenolat

Asam fenolat memiliki struktur cincin fenol dan mengandung asam karboksilat. Asam fenolat merupakan senyawa turunan dari asam benzoat dan sinamat dan biasanya terdapat pada tanaman sereal. Terdapat dua jenis asam fenolat yaitu asam hidroksibenzoat (seperti asam galat, asam p-hidroksibenzoat, asam vanilat, asam siringat, dan asam prokatekuat) dan asam hidroksisinamat (seperti asam p-kumarat, asam kafeat, asam ferulat, dan asam sinapat). Di dalam usus, asam fenolat bebas akan cepat terserap tubuh. Asam fenolat bebas memiliki beberapa manfaat kesehatan misalnya dapat menghambat oksidasi kolesterol buruk (LDL) dan liposom. Asam hidroksisinamat merupakan senyawa penting dapat diubah menjadi beberapa turunan seperti fitoaleksin, kumarin, lignin, serta berbagai flavonoid seperti antosianin.

2. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa dengan berat molekul rendah. Senyawa flavonoid terdiri dari

beberapa jenis, yaitu: antosianin, flavonol, flaxanon, isoflavon, dan flavon. Mengonsumsi makanan yang mengandung flavonoid dapat mencegah penyakit jantung dan kanker. Flavonoid termasuk substansi berbagai warna. Antosianin merupakan kelompok flavonoid berwarna yang paling tersebar, dua kelompok lain flavonoid yang ditemukan adalah flavon dan flavonol. Flavonoid kelompok ini biasanya menyerap cahaya bergelombang lebih pendek dibandingkan antosianin, sehingga tidak terlihat oleh mata manusia. Namun, serangga misalnya lebah, yang dapat melihat lebih jauh ke spektrum kisaran ultraviolet dibandingkan manusia, mampu merespon flavon dan flavonol. Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara mengkelat logam, berada dalam bentuk glukosida atau dalam bentuk bebas yang disebut aglikon. Namun, bentuk aglikon bebasnya atau yang disebut antosianidin memiliki bioaktivitas yang lebih tinggi daripada bentuk glikosidanya. Efek antioksidan dari flavonoid dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung. Kemampuan flavonoid untuk mendonorkan ion

hidrogen, merupakan aktivitas antioksidan secara langsung terhadap radikal bebas. Secara tidak langsung, flavonoid mampu meningkatkan ekspresi gen antioksidan endogen melalui aktivasi *nuclear factor erythroid 2 relates factor 2* (Nrf2) sehingga ekspresi gen *superoxide dismutase* (SOD) meningkat.

### 3. Stilbenes

Stilbenes adalah kelompok senyawa polifenol yang merupakan turunan dari jalur phenylpropanoid (phenylpropanid pathway). Contoh senyawa yang termasuk dalam stilbenes adalah resveratrol. Senyawa ini paling banyak diteliti tentang aktivitas biologinya.

### 4. Lignan

Lignan memiliki struktur kombinasi dari dua unit phenylpropanoid. Senyawa yang termasuk dalam kelompok lignan antara lain: secoisolariciresinol, matairesinol, medioresinol, pinioresinol, lariciresinol, dan syringaresinol. Lignan dan neolignan berperan penting dalam pertahanan tumbuhan sebagai pembasmi mikroba, jamur dan merupakan zat *antifeedant*. Di dalam tubuh lignan berfungsi sebagai antitumor dan antivirus. Lignan tersebar luas dan banyak digunakan sebagai

komponen sinergistik dalam insektisida, selain itu senyawa ini merupakan komponen aktif dalam obat tertentu misalnya podophylotoxin yaitu senyawa golongan lignin yang diketahui dapat menghambat pertumbuhan tumor. Lignan dan neolignan secara khusus ditemukan sebagai turunan dimerik fenilpropanoid yang secara kimiawi berhubungan dengan lignin polimer pada sel tumbuhan dan ditemukan pada jaringan kayu. Lignin sering digolongkan sebagai karbohidrat karena hubungannya dengan selulosa dan hemiselulosa dalam menyusun dinding sel, namun lignin bukan karbohidrat.

#### 5. Tanin

Tanin atau lebih dikenal dengan asam tanat (bentuk spesifik dari tanin) merupakan senyawa fenolik polimer dengan banyak gugus hidroksil dan memiliki struktur yang cukup beragam. Berdasarkan struktur kimianya, tanin dibagi menjadi empat jenis, yaitu: a) hydrolysable tannins (gallotannins dan ellagitannins), b) condensed tannins disebut juga dengan nama proantosianidin. Unit dasar dari condensed tannins antara lain: (+)-

katekin, (+)-galloktekin, (-)-epikatekin, (-)-epigalloktekin, dan (-)-epigalloktekin gallate, c) phlorotannis (phlorogucinol), dan d) complex tannins yang tersusun dari unit katekin yang berikatan secara glikosidik dengan unit ellagitannin atau gallotannin. Gugus -OH pada tanin mampu berfungsi sebagai antioksidan karena dapat meredam radikal bebas superoksida ( $O_2^-$ ), hidroksil, peroksil ( $ROO^-$ ), hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ), singlet oksigen ( $^1O_2$ ), oksigen nitrit ( $NO^-$ ), dan peroksinitrit ( $ONOO^-$ ) yang terdapat di dalam tubuh. Tanin berperan sebagai *scavenger hydrogen peroxide* ( $H_2O_2$ ) sehingga  $H_2O_2$  tidak bereaksi lebih lanjut menjadi radikal hidroksil ( $OH^-$ ) dan peroksidasi lipid. Ekstrak tanaman yang mengandung tanin dapat digunakan sebagai astringen yang dapat digunakan dalam mengatasi diare, selain itu tanin dapat dimanfaatkan sebagai pengobatan lambung dan tumor duodenum, sebagai diuretik, antiinflamasi, antiseptik, dan antioksidan.

### **3.2.2 Senyawa Alkaloid**

Alkaloid adalah suatu golongan senyawa organik terbanyak yang ditemukan di alam. Hampir seluruh senyawa

alkaloid berasal dari tumbuhan dan tersebar luas dalam berbagai jenis tumbuhan. Secara organoleptik, daun-daunan yang berasa sepat dan pahit, biasanya teridentifikasi mengandung alkaloid. Senyawa alkaloid terdapat dalam dua bentuk, yaitu bentuk bebas/bentuk basa dan dalam bentuk garamnya. Alkaloid dalam bentuk basa akan mudah larut dalam pelarut organik seperti eter, kloroform, sedangkan senyawa alkaloid dalam bentuk garam lebih mudah larut dalam air. Alkaloid biasanya berasa pahit dan memiliki aktivitas farmakologis tertentu.

Kandungan alkaloid dalam tanaman, biasanya berbentuk cairan sel, jarang dalam bentuk bebas. Pada umumnya, dalam bentuk garam (malat, sitrat, tartrat, dan lain-lain) atau dalam bentuk kombinasi dengan tanin. Alkaloid yang mengandung atom oksigen pada umumnya berbentuk padat, sedangkan alkaloid yang tidak mengandung atom oksigen pada umumnya berupa cairan, mudah menguap, dapat diuapkan dengan uap air.

### **3.2.3 Senyawa Terpen dan Terpenoid**

Terpen dan terpenoid berasal dari gabungan elemen berkarbon lima yang memiliki tulang punggung karbon bercabang dari isopentana. Elemen struktur dasar dari terpen disebut juga unit-unit isopren (2-metil-1,3-butadiena) karena

terpen dapat terdekomposisi pada suhu tinggi untuk menghasilkan isopren, sehingga kadang-kadang disebut sebagai isoprenoid. Terpen diklasifikasikan berdasarkan jumlah unit penyusunnya yang berkarbon lima, struktur khas terpen adalah mengandung kerangka karbon  $(C_5)_n$ , dan diklasifikasi sebagai hemiterpen ( $C_5$ ), monoterpen ( $C_{10}$ ), seskiterpen ( $C_{15}$ ), diterpen ( $C_{20}$ ), sesterterpen ( $C_{25}$ ), triterpen ( $C_{30}$ ), dan tetraterpen ( $C_{40}$ ).

Senyawa-senyawa terpenoid memiliki sifat antimikroba, imunomodulator, antijamur, antivirus, antiparasit, antihiperlikemik, antialergenik, antiradang, antipasmodik, dan kemoterapeutik, bermacam-macam tergantung pada jenisnya. Sejumlah tumbuhan mengandung campuran monoterpen volatil dan seskiterpen, yang disebut dengan minyak atsiri (*essential oils*), dengan karakteristik aroma pada daunnya. Pepermin, lemon, kemangi, dan saga merupakan contoh tumbuhan yang mengandung minyak atsiri. Minyak atsiri memiliki sifat menolak serangga (*repellent*), sehingga menghindarkan tanaman dari serangan herbivor. Senyawa terpen dan terpenoid yang banyak ditemukan pada pangan antara lain: karotenoid, minyak atsiri, steroid, dan saponin.

## 1. Karotenoid

Karotenoid banyak ditemukan pada sayuran berwarna hijau seperti brokoli. Karotenoid bisa berupa senyawa terpenoid kuning, oranye, dan merah yang juga berperan sebagai pigmen asesori dalam fotosintesis. Karotenoid mempunyai khasiat sebagai senyawa antioksidan, antikanker, dan senyawa yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh. Karotenoid adalah kelompok senyawa yang tersusun dari unit isopren atau turunannya. Pada dasarnya ada dua jenis karotenoid yaitu karoten (tanpa atom oksigen dalam molekulnya) yang berwarna oranye yang terdapat pada wortel dan xantofil (mempunyai atom oksigen dalam molekulnya) berwarna kuning dan sering terdapat pada jagung. Selain itu terdapat pula likopen yang berwarna merah misalnya pada tomat serta krosetin berwarna kuning oranye terdapat pada kunyit.

## 2. Minyak atsiri

Minyak atsiri (*essential oil/volatile oil*) atau *essences* merupakan senyawa mudah menguap yang berasal dari tanaman aromatik, tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik.

Minyak atsiri digunakan untuk memberi rasa dan aroma makanan, minuman, parfum dan kosmetik. Sifat toksik alami minyak atsiri berguna dalam pengobatan dan minyak atsiri telah lama dikenal sebagai sumber terapi yang penting, misalnya sebagai senyawa antimikroba. Dalam minyak atsiri terdapat senyawa-senyawa golongan monoterpen, sesquiterpen, fenol, alkohol, eter/ester, dan kumarin. Sebagian besar minyak atsiri termasuk dalam golongan senyawa organik terpena dan terpenoid yang bersifat larut dalam minyak/ lipofil. Terpen dan terpenoid menyusun banyak minyak atsiri yang dihasilkan oleh tumbuhan. Nama-nama umum senyawa golongan ini seringkali diambil dari nama minyak atsiri yang terkandungnya. Sebagai contoh adalah *citral*, diambil dari jeruk (*Citrus*) atau *eugenol*, diambil dari minyak yang dihasilkan oleh cengkeh (*Eugenia aromatica*). Sayuran daun yang mengandung minyak atsiri adalah kemangi dan seledri.

### 3. Steroid

Steroid adalah senyawa organik lemak sterol tidak terhidrolisis yang dapat dihasilkan melalui reaksi

penurunan dari terpena atau skualena. Steroid merupakan suatu golongan senyawa triterpenoid yang mengandung inti siklopentana perhidrofenantren yaitu dari tiga cincin sikloheksana dan sebuah cincin siklopentana. Semua steroid dibuat di dalam sel dengan bahan baku berupa lemak sterol, baik berupa lanosterol pada hewan, maupun berupa sikloartenol pada tumbuhan. Menurut asalnya, senyawa steroid dibagi menjadi: 1) Zoosterol, yaitu steroid yang berasal dari hewan misalnya kolesterol; 2) Fitosterol, yaitu steroid yang berasal dari tumbuhan misalnya sitosterol dan stigmasterol; 3) Mycoosterol, yaitu steroid yang berasal dari fungi misalnya ergosterol; dan 4) Marinosterol, yaitu steroid yang berasal dari organisme laut misalnya spongesterol. Senyawa-senyawa steroid telah banyak dimanfaatkan sebagai obat. Berdasarkan efek farmakologisnya senyawa steroid antara lain terdiri atas: antiradang dan antirheumatoid, yaitu kortison, kortikosteron, hidrokortison, prednison dan triamsinolon; diuretika, antidiuretika dan anestetika lokal, yaitu aldosteron, natrium hidrosidion, dan

spironolakton; kontraseptik, yaitu turunan progesteron dan turunan estrogen. Fitosterol mencakup sterol tanaman dan stanol tanaman adalah lemak tanaman yang terdapat pada pangan yang berasal dari tanaman. Sterol tanaman secara alami merupakan substansi yang ada dalam pangan, secara prinsip merupakan komponen minor dari minyak tanaman. Stanol tanaman terdapat di alam pada kadar yang lebih rendah yang merupakan senyawa hidrogenasi dari sterol tanaman. Sterol tanaman yang umum seperti  $\beta$ -sitosterol, stigmasterol dan kampesterol, sedangkan stanol tanaman misalnya kampestanol dan sitostanol. Fitosterol diketahui mempunyai fungsi menurunkan kadar kolesterol di dalam darah dan mencegah deposisi kolesterol pada dinding dalam pembuluh darah yang penting untuk mengobati kasus *atherosclerosis* serta mencegah penyakit jantung.

#### 4. Saponin

Saponin merupakan steroid dan triterpen glikosida, dinamakan demikian karena sifatnya yang menyerupai sabun. Adanya unsur larut lemak

(steroid atau triterpen) dan larut air (gula) pada satu molekul menyebabkan saponin memiliki sifat seperti deterjen. Saponin bersifat iritator pada selaput lendir, sehingga memunculkan respon bersin. Saponin merupakan antioksidan sekunder, mampu menghambat peroksidasi lipid dengan cara membentuk hidroperoksida. Saponin memiliki efek antibakteri dan antioksidan melalui mekanisme peningkatan pembentukan *superoksida dismutase* dan katalase.

### **3.2.4 Klorofil**

Sayur-sayuran terutama yang berwarna hijau mengandung banyak klorofil. Klorofil terdapat di dalam suatu organ sel yang disebut kloroplas. Di dalam tanaman, klorofil terdapat dalam bentuk ikatan kompleks dengan molekul protein dan lemak. Kandungan klorofil total dalam bahan dinyatakan sebagai jumlah klorofil a dan b.

Setelah panen, klorofil akan mengalami degradasi. Hal ini mengakibatkan warna sayuran hijau berubah menjadi kuning. Oleh karena itu, sebagai penentu kesegaran sayuran, warna hijau tersebut sering digunakan sebagai tanda atau indeks kesegaran.

Klorofil termasuk salah satu pigmen yang terdapat dalam tubuh tumbuhan (terutama pada bagian daun) dengan jumlah paling banyak berdistribusi bagi proses kehidupan tumbuhan dengan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Pada tumbuhan klorofil memegang peranan penting pada proses fotosintesis. Fotosintesis yaitu pembentukan zat makanan atau energi yaitu glukosa dengan menggunakan zat hara, karbon dioksida, dan air dengan bantuan energi cahaya matahari. Klorofil akan menangkap dan menyerap cahaya matahari yang akan digunakan sebagai energi untuk fotosintesis.

Faktor utama pembentuk klorofil adalah nitrogen (N). Unsur N diperlukan oleh tanaman, salah satunya sebagai penyusun klorofil. Tanaman yang kekurangan unsur N akan menunjukkan gejala antara lain klorosis pada daun. Selain itu, kekurangan air juga berdampak pada penurunan konsentrasi klorofil daun yang disebabkan karena terhambatnya penyerapan unsur hara, terutama nitrogen dan magnesium yang berperan penting dalam sintesis klorofil.

Kandungan klorofil, di dalam sayuran daun merupakan salah satu kriteria penting untuk menentukan kandungan zat gizi sayuran daun. Klorofil diketahui berperan sebagai

antioksidan bagi tubuh. Oleh karena itu, kini klorofil diekstrak dan dikonsumsi sebagai suplemen makanan.

### **3.2.5 Glukosinolat**

Glukosinolat umumnya terdapat pada berbagai sayuran golongan *Cruciferae*, seperti kol, brokoli, dan kubis. Glukosinolat dipecah, menghasilkan senyawa yang bertanggung jawab terhadap bau dan rasa sayuran. Pada saat jaringan tanaman mendapat perlakuan mekanik, maka senyawa aktif seperti isotiosianat, tiosianat, dan indol akan terlepas dari glukosinolat. Pemecahan glukosinolat dikatalisis oleh enzim hidrolitik, yang disebut *tioglukosidase* atau *myrosinase*, yang memecah glukosa dari ikatannya dengan atom sulfur. Senyawa-senyawa ini dapat mengatur kadar gula dalam darah dan mempunyai aktivitas sebagai antikanker. Glukosinolat disimpan dalam tumbuhan utuh terpisah dari enzim-enzim yang menghidrolisisnya, dan muncul ketika tumbuhan tersebut hancur.

Sulforafan merupakan senyawa antioksidan paling ampuh yang tersimpan pada tanaman brokoli selain betakaroten, indol, kuersetin, dan glutathion. Sulforafan dibentuk dari metionin dan glukorafanin yang merupakan prazat atau pekusor terhadap sulforafan. Sulforafan diidentifikasi sebagai produk hidrolisis enzimatis atau asam

dari co-methylsulfinil-alkyl-glucosinolate (glukorafanin) suatu prekursor glukosinolat inert dari sulforafan. Glukorafanin dihidrolisis oleh enzim *myrosinase* menjadi isothiocyanate yang aktif secara biologis.

Indol dan sulforafan berfungsi untuk menurunkan potensi kanker, karena kemampuan kedua komponen itu mengatur enzim yang berfungsi dalam metabolisme di dalam hepar. Indol dan isotiosianat juga dapat menghambat enzim yang dapat menyebabkan terbentuknya senyawa karsinogen penyebab kanker. Kandungan sulforafan dan indol diketahui mampu menginduksi produksi enzim fase II di dalam hepar yang berperan mengangkut bahan-bahan karsinogen yang dihasilkan dari senyawa prokarsinogen dan membuangnya keluar dari sel pada proses biotransformasi.

### 3.3 Sumber Senyawa Bioaktif

Senyawa bioaktif banyak ditemukan pada buah, sayur, dan hasil laut. Sumber senyawa bioaktif pada pangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sumber Senyawa Bioaktif pada Pangan

No	Jenis Senyawa	Sumber	Manfaat Terhadap Kesehatan
1	Asam Fenolat	Buah, sayur, biji-bijian	Sebagai antioksidan, antidiabet, antiperadangan antihipertensi, melindungi kesehatan jantung, antikanker
2	Stilbenes	Anggur, kacang tanah, murbei	Perlindungan terhadap penyakit kardiovaskular, memiliki efek anti-aging, mencegah kanker
3	Flavonoid	Anggur, apel, wortel, brokoli, bawang putih, jahe, tomat, kubis, lemon, coklat, berry	Sebagai antioksidan, antidiabet, antiinflamasi, mencegah kanker dan penyakit kardiovaskular, membatasi kerusakan sel serta jaringan tubuh

---

4	Lignan	Buah, sayur, teh, kopi	Sebagai antioksidan, anti inflamasi, mengurangi resiko yang disebabkan penyakit kardiovaskular
5	Tanin	Teh, delima, stroberi, vanilla, kopi, blueberry, kesemek, anggur, coklat, kayu manis, cengkeh	Menurunkan tekanan darah, sebagai imunomodulator, menurunkan kadar serum lipid, sebagai antioksidan
6	Alkaloid	Merica hitam, kopi	Sebagai antioksidan
7	Karotenoid	Tomat, wortel, semangka, bayam, daun ubi jalar	Sebagai antikanker dan melindungi mata serta jantung

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfaridz, F. dan R. Amalia. 2018. Review Jurnal: Klasifikasi dan Aktivitas Farmakologi dari Senyawa Aktif Flavonoid. *Jurnal Farmaka Suplemen* 16 (3): 1-9.
- Andarwulan, N. 2015. Menggali Potensi Komponen Bioaktif Sayuran Indigenos sebagai Zat Pengatur Kesehatan dan Ingridien Pangan Fungsional. Orasi Ilmiah Guru Besar 1-5.
- Anggraito, Y. U., R. Susanti, R. S. Iswari, A. Yuniastuti, Lisdiana, W. H. Nugrahaningsih, N. A. Habibah dan S. H. Bintari. 2018. Metabolit Sekunder dari Tanaman: Aplikasi dan Produksi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Semarang. ISBN: 978-602-5728-05-1.
- Apriady, R. A. 2010. Identifikasi Senyawa Asam Fenolat pada Sayuran Indigenous Indonesia. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Camara, J. S., Albuquerque, B. R., Aguiar, J., Correa, R. C. G., Goncalves, J. L., Granato, D., Pereira, J. A. M., Barros, L., and Ferreira, I. C. F. R. 2021. Food Bioactive Compounds and Emerging Technique for Their Extraction: Polyphenols as a Case Study. *Foods* 10: 1-34.
- Dharmadewi, A. A. I. M. 2020. Analisis Kandungan Klorofil Pada Beberapa Jenis Sayuran Hijau Sebagai Alternatif

Bahan Dasar Food Supplement. *urnal Edukasi Matematika dan Sains* 9 (2): 171-176.

Endarini, L. H. 2016. *Farmakognosi dan Fitokimia*. Pusdik SDM Kesehatan. Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan. Jakarta.

Harini, N., Warkoyo, dan D. 2015. *Hermawan. Pangan Fungsional Makanan untuk Kesehatan*. UMM Press. Malang. ISBN: 978-979-796-119-0.

Heliawati, L. 2018. *Kimia Organik Bahan Alam*. Universitas Pakuan. Bogor.

Hussain, G., Rasul, A., Anwar, H., Aziz, N., Razzaq, A., Wei, W., Ali, M., Li, J., and Li, X. 2018. Role of Plant Derived Alkaloids and Their Mechanism in Neurodegenerative. *Intrenational Journal of Biological Sciences* 14 (3): 341-357.

Kumar, A., Ahmad, F., and Zaidi, S. 2019. *Agricultural Reviews* 40 (4): 249-260.

Muchtadi, D. 2004. *Gizi dan Pangan Fungsional*. *Majalah Profesi Gizi Medik Indonesia* 3 (7): 4-6.

Ningtyas, R. D. 2020. *Pengembangan Sensor Berbasis Kertas (Paper Microzone Plates) untuk Penentuan Tanin pada Ekstrak Tanaman Obat*. Skripsi. Universitas Jember. Jember.

- Pardede, E. 2013. Tinjauan Komposisi Kimia Buah dan Sayur: Peranan Sebagai Nutrisi dan Kaitannya dengan Teknologi Pengawetan dan Pengolahan. *Jurnal Visi* 21 (3): 1-16.
- Pertiwi, N. 2016. Kandungan Lignin, Selulosa, Hemiselulosa dan Tanin Limbah Kulit Kopi yang Difermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Purwanto, M. G. M., I. B. M. Artadana dan S. Sutanto. 2018. Analisa Nutrisi dan Senyawa Bioaktif Padi Merah. Graha Ilmu. Yogyakarta. ISBN: 978-602-262-987-0.
- Rahmadi, A. dan Bohari. 2018. Pangan Fungsional Berkhasiat Antioksidan: Buku Referensi Teknologi Pengolahan Pangan. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Rahmi, N. 2017. Kandungan Klorofil pada Beberapa Jenis Tanaman Sayuran Sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan. Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Ratnawati, D. 2010. Bioassay *Brine Shrimp* Menggunakan *Artemia Salina Leach* pada Ekstrak Daun Tanaman Sayuran yang Mengandung Flavonoid. *Jurnal Gradien* 6 (2): 573-576.
- Roat, C. and Saraf, M. 2015. Stilbenes: Chemistry and Pharmacological Properties. *Journal of Applied Pharmaceutical Research* 3 (4):01-07.

- Robbins, R. J. 2003. Phenolic Acids in Foods: an Overview of Analytical Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (10): 2866-2887.
- Rohyani, I. S., E. Aryanti, dan Suropto. 2015. Kandungan Fitokimia Beberapa Jenis Tumbuhan Lokal yang Sering dimanfaatkan Sebagai Bahan Baku Obat di Pulau Lombok. *Prosiding Seminar Nasional Masy Biodiv Indo* 1 (2): 388-391.
- Sanjayasari, D., dan W. G. Plilang. 2011. Skrining Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Daun Katuk (*Saoropus androgenus* (L.) Merr.) Terhadap Larva Udang *Artemia Salina*: Potensi Fitofarmaka pada Ikan. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk* 39 (1): 91-100.
- Saputra, O. dan T. Fitria. 2016. Khasiat Daun Seledri (*Apium graveolens*) terhadap Tekanan Darah Tinggi pada Pasien Hiperkolestrolema. *Jurnal Majority* 5 (2): 120-125.
- Sunarsih, E. S., L. Hakim, Sugiyanto dan Sumantri. 2011. Senyawa Aktif Sayuran Cruciferae dan Perubahan Kadar Kolesterol serta Vitamin C pada Tikus Hiperkholesterolema. *Jurnal Media Medika Indonesiana* 45 (3): 151-157.
- Setiarini, N. dan Y. Nurcahyati. 2009. Eksplorasi Kandungan Klorofil pada beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar Food Supplement. *Jurnal Bioma* 11 (1): 6-10.

- Soesilo, D., R. E. Santoso dan I. Diyatri. 2005. Peranan Sorbitol dalam Mempertahankan Kestabilan pH Saliva pada Proses Pencegahan Karies. *Jurnal Dent* 38 (1): 25-28.
- Subekti, S. 2007. Komponen Sterol dalam Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr) dan Hubungannya dengan Sistem Reproduksi Puyuh. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutrisno, W. 2012. Sintesis Senyawa Dimer Isoeugenol menggunakan Enzim Peroksidase dari Kulit Bawang Bombay (*Allium cepa* L) serta Uji Aktivitas Antioksidan. Tesis. Universitas Indonesia. Depok.
- Tahira, R., T. Rehan, A. Rehman, dan M. Naemullah. 2013. Variation in Bioactive Compounds in Different Plant Parts of Lemon Basil (*Ocimum basilicum* Var *Citriodorum*). *International Journal of Innovation in Science and Mathematics* 1 (1): 33-36.
- Walia, A., Gupta, A. K., and Sharma, V. 2019. Role of Bioactive Compounds in Human Health. *Acta Scientific Medical Sciences* 3: 25-33.
- Widiwurtjani, Guniarti dan P. Andansari. 2019. Status Kandungan Sulforaphane Microgreens Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea* L.) pada Berbagai Media Tanam dengan Pemberian Air Kelapa Sebagai Nutrisi. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia* 4 (1): 34-38.

## **4. NUTRISI PADA SAYURAN DAUN**

### **4.1 Kandungan Nutrisi pada Sayuran Daun**

Sayuran daun membangkitkan ketertarikan dunia karena menunjukkan berbagai manfaat kesehatan bagi makhluk hidup. Sayuran daun hijau merupakan komponen utama menu sehat, dan konsumsi yang cukup setiap hari akan membantu pencegahan penyakit-penyakit utama. Sayuran ini dapat membantu memenuhi kecukupan nutrisi esensial, khususnya bagi individu dengan status gizi marginal/kurang. Tanaman sayuran daun hijau menyediakan nutrisi penting yang dibutuhkan bagi kesehatan dan pertumbuhan yang baik. Karena mengandung nutrisi mikro esensial, sayuran daun hijau dimanfaatkan untuk tujuan pengkayaan produk yang bergizi kurang.

Secara garis besar komponen kimia sayuran terdiri dari: air, karbohidrat, protein, vitamin dan mineral, serta sedikit lipid. Sayuran, terutama sayuran daun mengandung air yang cukup tinggi, berkisar antara 80 hingga 90%. Karbohidrat kompleks dalam bentuk serat banyak dijumpai pada sayuran daun. Kandungan protein dan asam amino pada sayuran daun cukup rendah sehingga tidak diposisikan sebagai sumber protein bagi manusia.

Jenis dan komposisi komponen nutrisi bervariasi diantara genus dan spesies sayuran daun. Rendahnya kalori sayuran daun membuatnya ideal untuk mengatur berat badan dan merupakan kaya sumber nutrisi, tinggi serat pangan, rendah lemak, dan kaya akan folat, vitamin C, vitamin K, magnesium, dan potasium. Nutrisi mineral seperti besi dan kalsium lebih tinggi pada sayuran daun daripada makanan pokok biji-bijian. Demikian pula, sayuran daun merupakan satu-satunya sumber alami asam folat, yang dianggap tinggi pada bayam, asparagus, selada, sawi, daun talas hijau, dan turnip hijau dibandingkan dengan daun lain dan sayuran bukan daun.

Sayuran merupakan sumber vitamin dan mineral yang diperlukan oleh tubuh. Meskipun kebutuhannya relatif kecil, fungsi vitamin dan mineral tidak dapat digantikan oleh jenis pangan lain. Karena pentingnya mengkonsumsi sayuran, maka organisasi pangan dan pertanian dunia *Food and Agriculture Organization* (FAO), merekomendasikan warga dunia untuk makan sayuran secara teratur sebanyak 75 kg/kapita/tahun begitupun dengan *World Health Organization* (WHO) yang merekomendasikan agar mengkonsumsi sayuran sebanyak 400 gram setiap hari.

Tabel 5. Kandungan Nutrisi Berbagai Jenis Sayuran Daun

Komponen Nutrisi	Seledri	Bayam merah	Sawi	Selada air	Katuk	Semanggi	Kubis	Kangkung	Kelor	Bunga turi	Caisin segar	Kenikir
Air (g)	93	88,5	92,2	93,3	81	84,7	86,2	91	75,5	90,4	93,6	87,6
Energi (kal)	23	41	28	17	59	45	51	28	92	42	20	45
Protein (g)	1,0	2,2	2,3	3,1	6,4	4,4	2,5	3,4	5,1	2,0	1,7	3,7
Lemak (g)	0,1	0,8	0,3	0,2	1,0	0,5	1,1	0,7	1,6	1,1	0,4	0,5
Karbohidrat (g)	4,6	6,3	4,0	2,2	9,9	8,5	8,0	3,9	14,3	6,1	3,4	6,6
Serat (g)	2,0	2,2	2,5	0,7	1,5	1,9	3,4	2,0	8,2	3,3	1,2	5,8
Abu (g)	1,3	2,2	1,2	1,2	1,7	1,9	2,2	1,0	3,5	0,4	0,9	1,7
Kalsium (mg)	50	520	220	95	233	98	100	67	1077	28	123	328
Fosfor (mg)	40	80	38	152	98	90	50	54	76	23	40	65
Besi (mg)	1,0	7,0	2,9	2,4	3,5	7,0	3,4	2,3	6,0	0,8	1,9	2,7
Natrium (mg)	64	20	22	65	21	64	50	65	6,1	29	18	6,0
Kalium (mg)	258,8	60	436,5	260,7	478,8	520,7	100	250,1	298	97,4	358,2	431
Tembaga (mg)	0,08	0,2	0,12	0,11	0,3	0,5	0,9	0,13	0,1	0,1	0,05	0,1
Seng (mg)	0,4	0,8	0,2	0,2	1,3	0,3	0,6	0,4	0,6	0,6	1,4	0,6
β-karoten (mcg)	63	7325	2042	1230	9152	64	9999	2868	3266	1200	1675	30200
Karoten total (mcg)	130	-	6460	3727	10020	3365	-	5542	-	-	4188	12
Tiamin (mg)	0,03	0,2	0,09	0,09	-	0,01	0,4	0,07	0,3	0,5	0,04	0,5
Riboflavin (mg)	0,07	0,1	0,23	0,14	0,31	0,5	0,1	0,36	0,1	0,02	0,19	0,3
Niasin (mg)	0,4	0,1	0,7	0,7	2,3	0,7	0,2	2,0	4,2	0,4	0,6	4,5
Vitamin C (mg)	8	62	102	56	164	6,0	16	17	22	1,0	3,0	-
Magnesium (mg)	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vitamin K (mg)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yodium (mg)	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nikotinamid (mg)	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: Direktorat Gizi Masyarakat (2018)

Sayuran merupakan sumber nutrisi mikro yang sangat bermanfaat bagi tubuh, karena komponen nutrisi tersebut sangat penting dalam proses metabolisme tubuh sebagai zat pengatur dan antibodi serta bermanfaat untuk menurunkan insiden terkena penyakit kronis. Sayuran daun hijau menyediakan nutrisi penting yang dibutuhkan kesehatan manusia dan makhluk hidup. Kaya akan mikronutrisi penting, sayuran daun hijau dapat dimanfaatkan untuk tujuan pengkayaan produk yang rendah gizi. Ini mencakup serat pangan, vitamin, asam lemak esensial, mineral dan asam amino, dan lain sebagainya. Sayuran daun memegang peranan penting sebagai sumber nutrisi dan tersedia sepanjang tahun. Juga memiliki manfaat sosial ekonomi yang nyata. Sayuran daun hijau umumnya dianggap sebagai makanan termurah sumber penyediaan vitamin dan gizi mikro terhadap kurangnya nutrisi.

Selain itu, sayuran juga mengandung komponen lain yang juga menyehatkan tubuh, yaitu antioksidan dan serat pangan. Antioksidan merupakan senyawa yang memiliki peranan penting dalam menjaga kesehatan karena dapat menangkap molekul radikal bebas sehingga dapat menghambat reaksi oksidatif dalam tubuh yang merupakan penyebab berbagai penyakit. Sayuran daun hijau dikenal

sebagai sumber serat pangan. Serat pangan penting untuk menghindari beberapa penyakit khususnya serat yang terdapat pada sayuran daun seperti seledri, kubis, bayam, dan selada yang dicirikan oleh tingginya kadar air dan persentase serat. Serat juga ditemukan dapat menurunkan kolesterol dengan mengurangi reabsorpsi kolesterol yang diproduksi tubuh untuk membantu mencerna lemak. Sayuran yang termasuk kedalam famili kubis (*kubis, cauliflower, turnips* dan *brussels sprouts*) mengandung senyawa yang baik untuk melawan kanker. Sayuran yang tinggi serat adalah bayam dan kubis.

Serat pangan tidak berkontribusi sebagai sumber nutrisi tetapi konsumsi serat berpengaruh positif terhadap kesehatan. Dengan karakteristiknya yang dapat mengikat air, komponen serat berkontribusi dalam membentuk massa sisa pencernaan sehingga pergerakannya dalam saluran pencernaan menjadi lebih teratur. Kemampuannya mengencerkan massa feses menyebabkan masa transit feses dalam saluran pembuangan juga semakin pendek. Serat juga memiliki kemampuan menyerap zat-zat yang bersifat karsinogen dan toksik sehingga berpotensi menurunkan risiko kanker usus. Kemampuan serat dalam mengabsorpsi gula dan kolesterol LDL juga berpotensi menurunkan resiko penyakit jantung dan diabetes.

Kandungan serat pada sayur dapat melancarkan pencernaan sehingga zat-zat racun yang membahayakan bagi kesehatan dapat langsung dikeluarkan dari dalam tubuh. Pada umumnya, orang yang mengkonsumsi sayuran dalam jumlah yang cukup memiliki frekuensi buang air besar yang teratur yaitu 1-2 kali sehari. Sayuran daun yang berwarna hijau merupakan sumber vitamin C utama disamping buah-buahan, mineral dan pigmen terbaik yang penting bagi kesehatan. Daun muda segar mengandung lebih banyak vitamin C daripada yang dewasa. Daun luar selada dan kubis yg berwarna hijau kaya akan vitamin dibandingkan dengan daun bagian dalam. Daun yg lebih tipis dan lebih lebar lebih bergizi dan biasanya memiliki kalori lebih rendah.

Klorofil merupakan pigmen alami terutama terdapat pada sayuran daun yang berkontribusi memberikan warna hijau pada daun yang secara alami berangsur hilang selama proses penuaan sayur. Klorofil bersifat sensitif terhadap panas, sehingga proses pengolahan yang melibatkan panas menyebabkan kerusakan warna sayur hijauan. Untuk mempertahankan warna hijau sayuran penambahan garam sodium sering dilakukan. Klorofil berfungsi sebagai pembersih alamiah (mendorong terjadinya detoksifikasi), antioksidan, antipenuaan, dan antikanker. Disamping klorofil, pigmen lain

yang penting bagi tubuh adalah karotenoid. Karotenoid adalah pigmen alami yang memberikan warna kuning, jingga, atau merah. Karotenoid dikenal sebagai prekursor vitamin A ( $\beta$ -karoten) dan dikembangkan sebagai efek protektif melawan sel-sel kanker, penyakit jantung, mengurangi penyakit mata, antioksidan, dan regulator dalam sistem imun tubuh.

Pada umumnya sayuran yang berwarna banyak mengandung karoten. Terdapat korelasi antara derajat kehijauan sayuran dengan kadar karotennya. Semakin hijau warna daun tersebut semakin tinggi kadar karotennya, sedang daun-daun yang memiliki warna lebih pucat seperti selada dan kol miskin akan karoten. Kemampuan tubuh menyerap karoten yang berasal dari sayuran hanya sekitar 33 – 58%, namun tidak semua karoten yang terserap tersebut dapat diubah menjadi vitamin A. Hanya separuh dari karoten yang terserap oleh tubuh akan diubah menjadi vitamin A, jadi kira-kira hanya 1/6 dari kandungan karoten dalam bahan makanan yang akhirnya akan dimanfaatkan oleh tubuh.

## **4.2 Air**

Air merupakan komponen utama dalam tubuh manusia. Rata-rata 60% berat tubuh manusia terdiri dari air. Kandungan air tersebar di seluruh tubuh, antara lain di bagian plasma, di bagian jaringan lunak, dan organ internal. Otak manusia

tersusun oleh 95% air, 82% darah tersusun atas air, sebanyak 75% air terdapat pada jantung, 86% air terdapat di paru-paru serta 83% air terdapat di ginjal.

Air berperan sebagai pelarut zat-zat gizi berupa monosakarida, asam amino, lemak, vitamin dan mineral, serta bahan-bahan lain yang diperlukan seperti oksigen dan hormone, dan juga sebagai alat transport nutrisi serta sisa-sisa pencernaan dan metabolisme. Ada tiga sumber air bagi tubuh, yaitu air yang berasal dari minuman, air yang terdapat dalam makanan yang kita konsumsi, serta air yang berasal dari hasil metabolisme tubuh. Sekitar 80% air yang dibutuhkan merupakan kontribusi dari cairan atau minuman yang dikonsumsi, dan sisanya diperoleh dari makanan. Kebutuhan cairan setiap individu dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas, faktor lingkungan, dan status gizinya (normal, *overweight*, obesitas).

Air berguna sebagai zat pengatur dalam tubuh, sehingga asupan nutrisi, oksigen dan zat penting lainnya dapat diterima oleh organ tubuh yang membutuhkan. Air juga berfungsi untuk mengatur suhu tubuh agar tetap stabil, memperbarui sel, dan membantu melumasi persendiaan tubuh serta melindungi persendiaan dari gesekan yang menyakitkan. Kekurangan air dapat menyebabkan gangguan kerusakan pada

banyak sel dan organ seperti otak, mata, darah, dan saluran pencernaan dengan ciri-ciri konsentrasi yang lemah, *moody*, mata kering, darah kental, tekanan darah rendah, konstipasi, air kencing berwarna kuning, dan sakit ketika buang air kecil (kencing).

Air adalah unsur nutrisi yang sama pentingnya dengan karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin. Tubuh secara normal akan kehilangan air melalui paru-paru ketika menghembuskan nafas, melalui keringat, produksi kemih, dan saat buang air besar. Kehilangan cairan tersebut harus diganti untuk menjaga agar kondisi dan fungsi cairan tubuh tidak terganggu. Tubuh membutuhkan air untuk dikonsumsi sebanyak 1 hingga 2,5 liter atau setara dengan 6-8 gelas setiap harinya. Mengonsumsi air mineral yang baik dan cukup bagi tubuh dapat membantu proses pencernaan, mengatur metabolisme, mengatur zat-zat makanan dalam tubuh dan mengatur keseimbangan tubuh. Fungsi air bagi tubuh adalah sebagai pelarut zat gizi, fasilitator pertumbuhan, katalis reaksi biologis, pelumas, pengatur suhu tubuh, dan sebagai sumber mineral bagi tubuh.

### **4.3 Karbohidrat**

Karbohidrat berasal dari kata hidrat karbon (*hydrate of carbon*) atau lebih dikenal dengan hidrat arang atau sakarida

(*sakcharon* yang berarti gula). Karbohidrat adalah zat gizi berupa senyawa organik yang digunakan sebagai bahan bakar pembentuk energi. Karbohidrat adalah komponen nutrisi yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi tubuh dan dinilai paling cepat dalam menyuplai energi (bahan bakar) tubuh, sehingga jika seseorang lapar, maka yang pertama kali dipilih untuk mengatasi rasa lapar adalah makanan yang mengandung sumber karbohidrat.

Karbohidrat dipilih sebagai sumber energi utama karena karbohidrat lebih cepat dihidrolisis menjadi glukosa dan menghasilkan energi. Selain itu makanan yang mengandung karbohidrat relatif lebih murah, mudah diperoleh dan mudah disimpan. Sedangkan dari segi biologis, karbohidrat merupakan bahan dasar untuk proses-proses penting metabolisme dalam tubuh.

Karbohidrat merupakan senyawa karbon yang terdiri dari sejumlah besar gugus hidroksil. Karbohidrat sederhana dapat berupa aldehyd (disebut juga polihidroksi aldehyd atau aldosa) atau berupa keton (disebut juga polihidroksi keton atau ketosa). Rumus kimia karbohidrat dapat ditulis sebagai berikut:



Berdasarkan rumus tersebut, n merupakan jumlah (kali) dari rasio. Sebagai contoh, formula glukosa adalah  $C_6H_{12}O_6$  atau  $C_6(H_2O)_6$ . Rumus tersebut juga memberikan makna bahwa zat karbon yang diikat oleh air dengan proses dehidrasi, sehingga diberi nama karbohidrat.

Karbohidrat dapat berbentuk karbohidrat sederhana (monomerik dan dimerik) maupun karbohidrat kompleks (polimerik). Jenis karbohidrat dalam makanan berdasarkan struktur molekulnya diklasifikasikan menjadi monosakarida, disakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Bentuk molekul karbohidrat yang paling sederhana disebut gula atau sakarida. Awalan seperti “mono” (satu), “di” (dua), “tri” (tiga), “oligo” (beberapa), dan “poli” (banyak) mengacu pada jumlah gula yang berikatan, gula dalam bentuk gula tunggal (*single sugar*) dikenal dengan monosakarida, gula dalam bentuk ganda disebut disakarida, sedangkan gula dalam bentuk kompleks yakni polisakarida.

### 1. Monosakarida

Monosakarida merupakan karbohidrat yang paling sederhana susunan molekulnya, monosakarida sering kali disebut sebagai gula sederhana. Terdapat tiga jenis monosakarida yang penting dan termasuk kedalam kelompok heksosa yaitu

fruktosa, glukosa dan galaktosa. Fruktosa merupakan gula yang banyak terdapat dalam buah dan sayuran terutama pada madu. Fruktosa memiliki tingkat kemanisan yang lebih tinggi dibandingkan glukosa. Glukosa sering disebut juga dekstrosa atau gula anggur, banyak terdapat dalam buah-buahan, sayur-sayuran, madu, sirup jagung, dan tetes tebu atau molase. Glukosa disebut juga sebagai gula darah karena hanya glukosa yang ditemukan dalam plasma darah dan sel darah merah. Galaktosa tidak ditemukan dalam keadaan bebas di alam seperti halnya glukosa dan fruktosa, tetapi dihasilkan di dalam tubuh selama berlangsungnya proses pencernaan laktosa (gula susu). Galaktosa merupakan komponen serebrosida, yaitu lemak turunan yang terdapat di dalam otak dan jaringan syaraf. Tingkat kemanisan galaktosa sedikit lebih rendah dari glukosa

## 2. Disakarida

Disakarida merupakan gabungan antara dua molekul monosakarida yang dapat dihidrolisis oleh larutan asam dan air sehingga terurai menjadi dua molekul monosakarida. Golongan disakarida yang

terdapat dalam bahan pangan adalah laktosa, maltose, dan sukrosa. Laktosa atau gula susu terdiri dari satu unit glukosa dan satu unit galaktosa. Laktosa banyak terdapat pada susu, dalam tubuh laktosa agak sulit dicerna jika dibandingkan dengan sukrosa dan maltosa. Maltosa gabungan antara dua molekul glukosa yang banyak ditemukan dalam biji-bijian (serealia) yang dikecambahkan misalnya malt yaitu biji barley yang dikecambahkan, dan terdapat dalam sirup jagung. Sukrosa terdiri dari satu unit glukosa dan satu unit fruktosa. Gula pasir maupun gula merah yang diproduksi dari tebu hampir 100% terdiri dari sukrosa, sedangkan gula merah dari palm (aren, kelapa) masih mengandung glukosa atau fruktosa dalam jumlah sedikit. Konsumsi sukrosa dalam jumlah banyak dapat menyebabkan kerusakan gigi serta dapat menyebabkan kegemukan.

### 3. Oligosakarida

Oligosakarida tersusun atas tiga hingga enam molekul monosakarida. Oligosakarida merupakan golongan karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh sistem pencernaan manusia sehingga digolongkan

sebagai senyawa anti-nutrisi (karena dapat menimbulkan kembung atau *flatulen*) sehingga konsumsinya harus dihindarkan. Dewasa ini oligosakarida justru banyak diformulasikan dalam pangan fungsional karena keberadaannya dapat menstimulir tumbuhnya bakteri asam laktat di dalam usus besar, sehingga dapat menurunkan risiko kanker usus besar. Oligosakarida yang terdapat dalam makanan mempunyai fungsi untuk mengatur kinerja usus dan menjadi substrat bagi pertumbuhan bifidobakteria didalam usus. Pertumbuhan bifidobakteria yang baik terdapat di dalam usus dapat mencegah pertumbuhan bakteri patogen seperti *Salmonella* atau *Eschericia coli* patogenik. Oligosakarida yang berfungsi sebagai makanan fungsional antara lain frukto-oligosakarida (FOS), galakto-oligosakarida (GOS) dan isomalto-oligosakarida.

#### 4. Polisakarida

Polisakarida tersusun atas lebih dari enam molekul monosakarida. Senyawa ini bisa dihidrolisis menjadi banyak molekul monosakarida. Polisakarida dikelompokkan menjadi tiga golongan

yaitu dextrin, glikogen, pati, dan serat. Dekstrin merupakan produk antara hidrolisis pati menjadi maltosa dan akhirnya menjadi glukosa. Dekstrin bersifat lebih mudah larut dan lebih manis dari pati biasa. Glikogen merupakan polisakarida yang disimpan dalam hati dan otot sebagai cadangan karbohidrat. Glikogen dalam otot hanya dapat digunakan untuk keperluan energi di dalam otot tersebut, sedangkan glikogen dalam hati dapat digunakan sebagai sumber energi untuk keperluan semua sel tubuh. Pati merupakan sumber kalori yang sangat penting karena sebagian besar karbohidrat dalam makanan terdapat dalam bentuk pati. Serat adalah jenis polisakarida kompleks yang tidak larut dan sulit dicerna dalam saluran pencernaan manusia.

Berdasarkan sifat pencernaan atau sifat ketersediaannya (*availabilitas*), karbohidrat dibedakan menjadi karbohidrat yang dapat dicerna dan tidak dapat dicerna. Salah satu zat non-gizi yang tidak dapat dicerna tetapi selalu dipertimbangkan kecukupannya dalam menu sehari-hari adalah serat. Konsumsi serat pangan dapat berfungsi untuk membatu dan memindahkan makanan dalam saluran pencernaan dari

lambung ke anus. Serat pangan 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. Berdasarkan karakteristik kimia, fisik, dan fungsionalnya, secara umum serat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu serat larut dan tidak larut dalam air. Serat makanan yang larut air meliputi gum, pektin, sebagian hemiselulosa dan oligosakarida (bermacam-macam frukto dan galakto-oligosakarida, dan sebagian gula alkohol (sorbitol dan manitol). Sedangkan serat tidak larut meliputi selulosa dan sebagian besar hemiselulosa.

#### 1. Gum

Gum merupakan hidrokoloid tanaman yang digolongkan menjadi garam-garam dari polisakarida anionik dan ionik. Senyawa ini berupa massa amorf bening yang seringkali dihasilkan oleh tanaman tinggi sebagai penutup luka setelah pohon dilukai. Oleh karena sifat hidrofilnya, sejumlah turunan selulosa semisintetik yang digunakan dapat dianggap sebagai gum hidrokoloid yang bersifat

khusus. Komposisi penyusun gum adalah heterogen dan khas.

## 2. Pektin

Pektin adalah komponen serat yang terdapat pada dinding sel jaringan seluruh tanaman yang berfungsi sebagai perekat interseluler. Pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik. Pektin merupakan pangan fungsional bernilai tinggi yang digunakan secara luas sebagai pembentuk gel dan bahan penstabil.

## 3. Gula alkohol

Gula alkohol merupakan hasil reduksi dari glukosa di mana semua atom oksigen dalam molekul gula alkohol yang sederhana terdapat dalam bentuk Kelompok hidroksil, sinonim dengan *polyhidric alcohol (polyols)*. Gula alkohol merupakan gula yang secara alami banyak ditemukan dalam sayuran. Gula alkohol merupakan jenis *reduced sugar product* (pemanis pengganti gula/sukrosa yang memiliki kalori dan indeks glikemik yang lebih rendah) dengan tingkat kemanisan yang lebih rendah dibandingkan dengan tingkat kemanisan

sukrosa dan banyak ditemukan pada makanan dan minuman yang berlabel *sugar free*. Gula alkohol terdiri dari beberapa jenis yaitu erytritol, inositol, maltitol, manitol, sorbitol, dan xylitol.

4. Frukto-oligosakarida (FOS)

FOS merupakan serat pangan yang tidak tercerna sehingga dapat membantu menjaga kesehatan saluran pencernaan. Senyawa FOS dapat digunakan sebagai pemanis pengganti sukrosa yang rendah kalori. FOS banyak terdapat pada sayuran seperti bawang merah dan asparagus.

5. Galakto-oligosakarida (GOS)

Galaktooligosakarida adalah oligosakarida yang terdiri dari 3-10 molekul galaktosa dan glukosa, yang terbentuk dari reaksi transgalaktosilasi dengan bantuan enzim  $\beta$ -galaktosidase. Galaktooligosakarida setara dengan oligosakarida lainnya dalam hal kemampuan prebiotik, immunomodulasi, dan sifat fungsional dalam makanan. Selain mampu meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas mikroflora, GOS juga dapat menghambat serangan bakteri patogen dalam usus besar.

## 6. Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama dinding sel pada tanaman. Seperti halnya pati, selulosa merupakan homopolisakarida glukosa, tetapi dengan ikatan glikosidik  $\beta$ -(1,4)-D-glukosa. Sebagai molekul yang tidak dapat dicerna tubuh dan tidak larut air, selulosa termasuk ke dalam kelompok serat pangan dan bukan merupakan pangan sumber energi.

## 7. Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan heteropolisakarida yang mengandung berbagai gula, terutama pentosa. Hemiselulosa umumnya terdiri dari dua atau lebih residu pentosa yang berbeda. Komposisi polimer hemiselulosa sering mengandung asam uronat sehingga mempunyai sifat asam. Kadar selulosa dan hemiselulosa pada tanaman pakan yang muda mencapai 40% dari bahan kering. Bila hijauan makin tua proporsi selulosa dan hemiselulosa makin bertambah

Serat pangan memegang peranan spesifik dalam menurunkan kadar kolesterol plasma. Komponen serat pangan mampu mengikat asam dan garam empedu, sehingga dapat

mencegah penyerapannya kembali dari usus serta meningkatkan ekskresinya bersama feses. Pengaruh fisiologis dari serat makanan terlarut antara lain mengatur fungsi-fungsi usus, mencegah penyakit divertikulosis, mencegah konstipasi, mengendalikan kolesterol darah, mengatur kadar gula darah, mencegah obesitas, dan mengurangi resiko terhadap kanker kolon.

Di dalam tubuh, karbohidrat memiliki peranan penting yaitu sebagai salah satu sumber energi. Karbohidrat yang tidak dapat dicerna, memberikan volume kepada isi usus, dan rangsangan mekanis yang terjadi melancarkan gerakan peristaltik yang melancarkan aliran kimus (bubur makanan) melalui saluran pencernaan serta memudahkan defekasi (pembuangan tinja). Berikut beberapa manfaat karbohidat dalam metabolisme tubuh:

1. Penyedia energi utama, karbohidrat sebagai sumber energi yang paling murah dibandingkan nutrisi yang lainnya. Selain itu, energi yang dihasilkan dari karbohidrat, terutama dalam bentuk glukosa, merupakan sumber energi yang dapat digunakan tubuh dengan cepat (setiap satu gram karbohidrat menghasilkan empat kkal energi).

2. Mengatur metabolisme lemak dan protein. Pemenuhan energi merupakan kebutuhan utama dan pertama bagi tubuh sehingga apabila kebutuhan energi tidak terpenuhi dari karbohidrat, lemak dan protein akan dipecah untuk menghasilkan energi. Keberadaan karbohidrat dapat mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna. Kondisi ini terjadi apabila energi yang tersedia di dalam tubuh tidak mencukupi, sehingga mengakibatkan pemecahan lemak hingga terjadi penumpukan keton yang menyebabkan keasaman pada darah (asidosis). Dengan demikian keberadaan karbohidrat dapat mencegah terjadinya ketosis dan pemecahan protein yang berlebihan.
3. Penyuplai energi otak dan syaraf, glukosa merupakan satu-satunya sumber energi utama bagi otak dan susunan syaraf. Otak dan jaringan syaraf sangat tergantung pada glukosa untuk memenuhi kebutuhan energi sehingga ketersediaan glukosa harus tetap terjaga bagi kesehatan jaringan otak dan syaraf. Dalam keadaan normal (tidak lapar) otak dan susunan syaraf membutuhkan sekitar 150 gr glukosa setiap hari.

4. Penyimpanan glikogen, glikogen merupakan bentuk simpanan karbohidrat yang merupakan sumber utama glukosa dan energi yang terdapat dalam sebagian besar sel. Glikogen yang terdapat dalam hati dan otot merupakan simpanan energi dan glukosa darah yang mudah dimobilisasi. Glikogen dalam otot digunakan secara langsung untuk mencukupi kebutuhan energi sedangkan di hati glikogen memiliki fungsi yang berbeda. Glikogen hati merupakan sumber glukosa yang pertama dan segera dibawa oleh darah ke jaringan-jaringan tubuh untuk dimanfaatkan dan memperhankan kadar glukosa darah.
5. Beberapa golongan karbohidrat yang tidak dapat dicerna, mengandung serat (*dietary fiber*) berguna untuk pencernaan dan memperlancar defekasi. Serat (selulosa dan hemiselulosa) merupakan polisakarida yang tidak dapat dicerna, tetapi berfungsi penting bagi kesehatan, yaitu mengatur gerakan usus (peristaltik usus) dan mencegah terjadinya konstipasi (kesulitan buang air besar). Selulosa menyediakan bahan sisa dan tidak dapat dicerna yang dapat meningkatkan efisiensi kerja

saluran usus, sedangkan hemiselulosa dapat memberi dan menyerap air dalam usus besar sehingga memperbesar volume pukal yang dapat berperan sebagai laksatif (memperlancar pembuangan feses).

6. Di dalam hati, karbohidrat berfungsi untuk detoksifikasi zat-zat toksik tertentu.
7. Beberapa jenis karbohidrat mempunyai fungsi khusus di dalam tubuh. Laktosa misalnya berfungsi membantu penyerapan kalsium, ribosa merupakan komponen yang penting dalam asam nukleat.
8. Selain fungsinya dalam metabolisme tubuh, keberadaan karbohidrat dalam makanan menentukan karakteristik cita rasa makanan, diantaranya; pemberi rasa manis pada makanan, memberi aroma dan bentuk yang khas pada makanan, memberikan warna, pelembut tekstur dan tampilan makanan

#### **4.4 Lemak**

Lemak merupakan senyawa yang tersusun atas unsur-unsur C, H, dan O, lemak tidak larut dalam air, tetapi larut dalam berbagai pelarut lemak, seperti alkohol, kloroform, dan eter. Seperti halnya karbohidrat, lemak juga berguna sebagai

sumber energi (1 gram lemak menghasilkan energi 9,3 kalori). Meskipun energi yang dihasilkan lemak lebih besar, lemak bukanlah penghasil energi utama karena lebih banyak disimpan sebagai energi cadangan.

Lemak banyak dibutuhkan oleh tubuh, terutama asam lemak esensial. Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kebutuhan lemak yaitu apabila kadar lemak kurang dari 20% dari kebutuhan kalori, protein dan karbohidrat harus dinaikkan. Lemak mengandung asam lemak esensial yang dibutuhkan untuk proses metabolisme, jika kurang dari 1%, akan mengakibatkan gangguan kulit, rambut akan mudah rontok, serta akan terjadinya hambatan dalam pertumbuhan.

Lemak merupakan sumber energi setelah karbohidrat. Lemak juga berfungsi sebagai penghemat protein karena protein tidak digunakan sebagai sumber energi. Lemak dapat disimpan sebagai cadangan energi berupa jaringan lemak. Berikut fungsi lemak bagi tubuh antara lain:

1. Memberi rasa gurih

Lemak memberi rasa gurih pada makanan, sehingga makanan menjadi lebih enak dan beraroma.

2. Menghasilkan rasa kenyang yang lebih lama dari karbohidrat

Lemak merupakan salah satu nutrisi yang membutuhkan waktu lama dalam proses pencernaannya, sehingga konsumsi lemak memberikan rasa kenyang yang lebih lama daripada karbohidrat maupun protein.

3. Memperkecil volume makanan sumber energi

Karena kandungan energi lemak lebih dari dua kali kandungan energi di dalam karbohidrat dan protein, maka konsumsi lemak dapat mengurangi konsumsi karbohidrat.

4. Sebagai sumber zat yang diperlukan oleh tubuh, terutama asam lemak esensial dan alat angkut vitamin larut lemak. Lemak diperlukan dalam penyerapan vitamin A, D, E, dan K yang larut dalam lemak.

5. Penghemat protein

Apabila apabila kebutuhan energi tidak terpenuhi dari karbohidrat dan lemak, maka protein akan dipecah untuk menghasilkan energi. Keberadaan lemak dapat mencegah pemecahan protein yang berlebihan.

Lemak dalam tubuh disimpan sebagai asam lemak sehingga sering kali disebut *fatty acid*. Berdasarkan sumber, ikatan kima, dan efeknya bagi tubuh, lemak dibedakan menjadi:

1. *Saturated fat*

*Saturated fat* atau sering disebut juga *saturated fatty acid* (SFA) merupakan lemak jenuh yang banyak terdapat dalam daging merah, keju, mentega dan minyak. Konsumsi lemak jenis ini dapat meningkatkan kolesterol dalam darah, terutama meningkatkan LDL (*low density lipoprotein*).

2. *Unsaturated fat*

*Unsaturated fat* atau sering disebut *unsaturated fatty acid* merupakan lemak tak jenuh. Lemak ini terbagi menjadi dua golongan yaitu *monounsaturated fatty acid* (MUFA) dan *polyunsaturated fatty acid* (PUFAs). MUFA banyak terdapat dalam pada minyak zaitun, daging, ikan, unggas, dan alpukat. PUFAs banyak terdapat dalam minyak nabati, ikan, dan seafood. Konsumsi lemak jenis ini dapat menurunkan total kolesterol

dalam darah dan meningkatkan HDL (*high density lipoprotein*).

### 3. *Cholesterol*

*Cholesterol* banyak terdapat pada lobster, udang, hati, telur, daging, dan produk susu. Didalam tubuh lemak jenis ini dapat meningkatkan kadar kolesterol.

### 4. *Trans fat*

*Trans fat* atau sering disebut *trans fatty acid* merupakan lemak sintetis yang dihasilkan selama proses pengolahan makanan dan merupakan substansi lemak yang tidak sehat. *Trans fatty acid* merupakan jenis lemak tak jenuh, yang banyak terdapat pada gorengan, margarin, dan minyak sayur tertentu. Sama halnya dengan SFA, di dalam tubuh lemak jenis ini dapat meningkatkan kadar kolesterol.

## **4.5 Protein**

Protein adalah sumber nutrisi yang memiliki peran penting dan merupakan nutrisi dominan dalam proses pertumbuhan/pembangun/pengatur fungsi tubuh. Protein terbentuk dari banyak asam amino. Zat ini disamping berfungsi sebagai penghasil energi bagi tubuh juga memiliki fungsi

utama sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein merupakan sumber asam amino yang mengandung unsur-unsur karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), dan Nitrogen (N) yang tidak dimiliki lemak dan karbohidrat. Beberapa molekul protein juga mengandung fosfor, belerang, serta terdapat beberapa jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga.

Asam amino-asam amino penyusun protein terbagi menjadi dua kelompok yaitu asam amino esensial dan asam amino non esensial. Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat disintesis (dibuat) oleh tubuh meliputi valin, lisin, threonin, leusin, isoleusin, tryptophan, phenylalanin dan methionin. Sedangkan asam amino non esensial adalah asam amino yang dapat disintesis (dibuat sendiri) oleh tubuh yaitu glysin, thyrosin, sistein, alanin, serin, asam glutamat, asam aspartat, arginin, histidin dan prolin.

Protein dapat diklasifikasikan dalam berbagai macam cara, yaitu menurut kelarutan dan struktur susunan molekulnya, kelengkapan nutrisi, serta berdasarkan keterikatan dengan senyawa lain.

1. Klasifikasi protein berdasarkan kelengkapan nutrisinya

Klasifikasi protein berdasarkan kualitas nutrisinya dibedakan menjadi tiga yaitu protein lengkap, protein setengah lengkap, dan protein tidak lengkap. Protein lengkap mengandung seluruh komponen asam amino esensial dalam jumlah cukup untuk mempertahankan keseimbangan nitrogen dan untuk pertumbuhan normal misalnya albumin pada telur, casein pada susu, daging, ikan, dan unggas. Protein dikatakan setengah lengkap karena terdapat kekurangan asam amino esensial, meskipun demikian protein ini tetap memiliki fungsi dalam mempertahankan hidup. Karena kurang mengandung asam amino esensial, dalam menjalankan fungsinya protein ini tidak dapat membantu pertumbuhan normal. Protein golongan ini adalah protein yang terdapat dalam kacang-kacangan, polong dan biji-bijian. Protein dikatakan tidak lengkap jika protein tersebut tidak mengandung asam amino esensial dalam jenis dan jumlah yang mencukupi, sehingga tidak dapat berfungsi normal baik untuk mempertahankan

hidup maupun untuk pertumbuhan. Contohnya adalah zein pada jagung, serta gelatin pada hewan.

2. Klasifikasi protein berdasarkan keterikatan dengan senyawa lain

Klasifikasi protein berdasarkan keterikatan dengan senyawa lain disebut juga protein konjugasi seperti nukleoprotein (ikatan protein dengan asam nukleat terdapat pada inti sel dan kecambah), glikoprotein (ikatan protein dengan karbohidrat terdapat pada kelenjar ludah dan hati), fosfoprotein (ikatan protein dengan fosfat terdapat pada lesitin, susu, dan kuning telur), dan lipoprotein (ikatan protein dengan lemak terdapat pada serum darah, kuning telur, dan susu)

3. Klasifikasi protein berdasarkan kelarutan dan struktur susunan molekulnya

Klasifikasi protein berdasarkan struktur susunan molekulnya dibedakan menjadi dua yaitu protein fibriler dan globular. Protein fibriler merupakan protein yang berbentuk serabut, dan sulit larut, serta memiliki kekuatan mekanis yang tinggi serta tahan terhadap enzim pencernaan. Protein ini terdapat dalam struktur tubuh misalnya kolagen pada tulang

rawan, keratin pada rambut dan kuku, myosin pada jaringan otot dan elastin dalam urat, otot serta pembuluh darah. Protein globular yaitu protein yang berbentuk bola, bersifat mudah larut dan berubah akibat adanya pengaruh garam, basa dan asam, serta mudah terdenaturasi. Misalnya albumin bersifat larut dalam air, terdapat dalam telur, serum dan laktalbumin susu, globulin bersifat tidak larut dalam air, tetapi larut dalam garam encer, terdapat dalam kuning telur, otot, serum, serta kacang-kacangan serta glutelin larut bersifat larut dalam asam/basa encer, tidak larut dalam pelarut netral dalam garam encer, terdapat dalam glutenin gandum dan orizein beras.

Fungsi utama protein bagi tubuh ialah untuk membentuk jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang telah ada. Protein merupakan bahan pembentuk jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh. Protein juga menggantikan jaringan tubuh yang telah rusak dan perlu dirombak kembali sehingga terbentuk jaringan yang baru. Selain itu, fungsi protein bagi manusia adalah sebagai berikut: a) membangun sel-sel jaringan tubuh manusia, b) mengganti sel-sel tubuh yang rusak atau aus, c) menjaga keseimbangan asam basa pada

cairan tubuh, d) penghasil energi dan bahan pembentuk membran sel, dapat membentuk jaringan pengikat misalnya kolagen dan elastin, serta membentuk protein yang inert seperti rambut dan kuku. Protein juga berfungsi sebagai enzim, sebagai plasma (albumin), membentuk antibodi, serta dapat berfungsi sebagai bagian dari sel yang bergerak (protein otot).

Nilai protein yang dibutuhkan oleh tubuh ditentukan oleh kadar asam amino esensial, yaitu asam yang dibutuhkan pada proses metabolisme. Namun biasanya nilai protein hewani lebih tinggi dibandingkan protein nabati. Rata-rata masyarakat Indonesia mengonsumsi sekitar 60% protein yang berasal dari telur. Kebutuhan protein bagi orang dewasa adalah satu gram untuk setiap satu kilogram berat badannya setiap hari. Untuk anak-anak yang sedang tumbuh, diperlukan protein dalam jumlah yang lebih banyak, yaitu tiga gram untuk setiap kilogram berat badan. Perbedaan ini disebabkan karena pada anak-anak, protein lebih banyak dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan, sedangkan pada orang dewasa fungsi protein hanya untuk mempertahankan jaringan tubuh dan mengganti sel-sel yang telah rusak.

#### **4.6 Vitamin**

Vitamin merupakan substansi kompleks yang membantu tubuh dalam mengatur fungsinya untuk tumbuh dan

berkembang, serta menjaga fungsi faalnya. Beberapa jenis vitamin juga berperan sebagai koenzim yaitu membantu fungsi enzim di dalam tubuh. Secara umum, vitamin tidak mengandung kalori, sehingga tidak memiliki fungsi sebagai penyedia energi bagi tubuh, namun vitamin sangat penting bagi tubuh (bersifat esensial) karena diperlukan untuk metabolisme yang spesifik. Kebutuhan vitamin dipenuhi dari bahan pangan, kecuali vitamin D yang dapat disintesis oleh tubuh melalui sintesis kalsium dan kolesterol.

Vitamin dapat kehilangan sifat fungsionalnya akibat adanya cahaya, panas, proses oksidasi, enzim, maupun rusak karena bakteri dan serangga. Oleh karena itu, pengolahan bahan pangan mengandung vitamin harus dilakukan sesuai dengan prinsip-prinsip pengolahan pangan yang baik. Vitamin dibutuhkan dalam jumlah kecil untuk berbagai fungsi biokimiawi dan yang umumnya tidak disintesis oleh tubuh sehingga harus dipasok dari makanan. Vitamin memiliki nilai asupan harian, yaitu standar kebutuhan konsumsi harian bagi kelangsungan pertumbuhan dan pemeliharaan tubuh manusia. Vitamin dibutuhkan dalam jumlah cukup untuk pencegahan penyakit, dan cara pemenuhan terbaiknya adalah dengan mengkonsumsi beragam jenis pangan.

Beberapa kelompok vitamin memiliki aktivitas antioksidan dikenal mampu berfungsi sebagai antioksidan dan telah terbukti secara ilmiah untuk meningkatkan fungsi imun tubuh dan menurunkan risikoinfeksi maupun penyakit degeneratif dan kanker adalah dari kelompok karotenoid, tokoferol, tokotrienol, dan asam askorbat. Vitamin maupun pro-vitamin ini dapat diperoleh dengan konsumsi sayur-sayuran. Peran vitamin dalam mencegah penyakit-penyakit akibat radikal bebas pada umumnya sebagai komponen yang berfungsi untuk penyembuhan dan pencegahan inflamasi jaringan.

Klasifikasi vitamin larut lemak yang berkhasiat antioksidan adalah dari kelompok vitamin A dan E. Vitamin larut lemak merupakan kelompok vitamin hidrofobik yang merupakan derivat dari isoprene. Di dalam tubuh, proses transportasi vitamin larut lemak mampu berikatan secara spesifik dengan gugus lipoprotein dan protein-pengikat tertentu dari darah. Sedangkan vitamin larut air merupakan kelompok vitamin hidrofilik yang gugus aktifnya kebanyakan dari ikatan rangkap oksigen dan gugus hidroksil. Contoh paling umum dari antioksidan berbasis vitamin larut air adalah asam askorbat (vitamin C).

### 4.6.1 Vitamin Larut Lemak

Vitamin yang larut dalam lemak merupakan molekul hidrofobik apolar, yang semuanya adalah derivat isoprene. Vitamin- vitamin yang larut dalam lemak ini memerlukan absorpsi lemak yang normal agar vitamin tersebut dapat diabsorpsi secara efisien. Diabsorpsi molekul vitamin tersebut harus diangkut dalam darah yaitu oleh lipoprotein atau protein pengikat yang spesifik, yang merupakan vitamin yang larut di dalam lemak adalah vitamin A, D, E, dan K.

#### 1. Vitamin A

Vitamin A (retinol) merupakan salah satu nutrisi mikro esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan, diferensiasi sel, dan pemeliharaan. Dalam klasifikasi vitamin, vitamin A merupakan salah satu vitamin yang larut dalam lemak atau minyak, sehingga seringkali ditemukan pada produk berbasis minyak dan lemak. Sumber vitamin A dapat pula terbentuk dari pro-vitamin A (karotenoid). Pada umumnya, karotenoid tersedia sebagai pewarna makanan (*food grade colorant*), misalnya  $\alpha$ -karoten,  $\beta$ -karoten, lutein, likopen, zeaxanthin, dan cryptoxanthin. Aktivitas antioksidan karotenoid diperoleh dari senyawa

likopen,  $\beta$ -karoten, dan lutein yang semuanya membantu proses penghambatan peroksidasi lemak dengan mekanisme peningkatan resistensi *low density lipoprotein* (LDL) dari proses oksidasi. Perlindungan oksidatif terhadap cahaya ditemukan pada proses penghambatan inflamasi sel kulit dan pembentukan katarak. Peranan retinol pada penglihatan normal sangat penting karena daya penglihatan mata sangat tergantung oleh adanya rodopsin, suatu pigmen yang mengandung retinol.

## 2. Vitamin D

Tidak seperti halnya vitamin-vitamin lain, vitamin D (kalsiferol) dapat disintesis dalam tubuh manusia dan hewan dalam bentuk vitamin D<sub>2</sub>. Laju sintesis vitamin D dalam kulit tergantung jumlah sinar matahari yang diterima serta konsentrasi pigmen di kulit. Agar tubuh tidak kekurangan vitamin D, maka dianjurkan untuk selalu memanfaatkan sinar matahari untuk kesehatan, terutama di pagi hari. Dikenal empat macam vitamin D, yaitu vitamin D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>6</sub>, dan D<sub>4</sub>. Vitamin D<sub>2</sub> terdapat di dalam tumbuh-tumbuhan dan disebut ergokalsiferol, sedangkan vitamin D<sub>3</sub> terdapat didalam tubuh

hewan tekenal dengan nama kolekalsiferol yang apabila terkena sinar matahari akan berubah menjadi vitamin D aktif. Vitamin D tidak begitu penting artinya dinegara beriklim tropis karena agak jarang ditemukan penyakit akibat kekurangan vitamin ini.

### 3. Vitamin E

Vitamin E (tokoferol) merupakan vitamin yang larut dalam lemak. Selain tokoferol, tokotrienol juga merupakan senyawa lain dari vitamin E. Tokoferol dan tokotrienol dikenal mempunyai aktifitas biologis sebagai vitamin E. Di alam terdapat delapan jenis senyawa yang mengandung aktifitas vitamin E, yaitu  $\alpha$ -tokoferol,  $\delta$ -tokoferol,  $\gamma$ -tokoferol,  $\beta$ -tokoferol,  $\alpha$ -tokotrienol,  $\beta$ -tokotrienol,  $\delta$ -tokotrienol, dan  $\gamma$ -tokotrienol. Diantara jenis-jenis tersebut,  $\alpha$ -tokoferol mempunyai biopotensi terbesar dan menunjukkan aktivitas biologis vitamin E yang sesungguhnya. Vitamin E bekerja sebagai antioksidan karena senyawa ini mudah teroksidasi, sehingga dapat melindungi senyawa lain dari proses oksidasi. Vitamin E merupakan pertahanan utama melawan

oksigen radikal, lipid peroksida radikal, dan radikal bebas secara umum.

#### 4. Vitamin K

Vitamin K disebut juga vitamin koagulasi. Vitamin K penting artinya dalam pembekuan darah, karena vitamin ini mempengaruhi pembentukan protrombin dan mendorong terjadinya penggumpalan darah secara normal. Jika kekurangan vitamin ini maka protrombin dalam darah akan berkurang. Akibatnya, jika terjadi luka, maka luka ini akan sukar berhenti mengeluarkan darah karena luka sukar menutup. Vitamin ini dibuat oleh bakteri-bakteri dalam usus. Vitamin K larut dalam lemak dan tahan panas, tetapi mudah rusak oleh radiasi, asam, dan alkali. Sumber utama vitamin K pada sayuran daun seperti bayam, kubis, kol, dan brokoli.

#### **4.6.2 Vitamin Larut Air**

Vitamin yang larut dalam air tidak pernah ditemui dalam keadaan toksisitas di didalam tubuh karena kelebihan vitamin ini akan dikeluarkan melalui urin, yang termasuk vitamin larut dalam air adalah vitamin C dan vitamin B kompleks. Vitamin B kompleks merupakan kofaktor dalam

berbagai reaksi enzimatik yang terdapat di dalam tubuh kita. Vitamin B yang penting bagi nutrisi manusia adalah: vitamin B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9, dan B12.

1. Vitamin C

Vitamin C atau asam askorbat merupakan vitamin larut air yang berperan dalam proses biosintesis kolagen untuk menyusun jaringan-jaringan penyokong pada tubuh seperti jaringan kulit, sendi, tulang, dan jaringan penyokong lainnya. Vitamin C mampu menangkal radikal bebas dan mampu menurunkan sintesis pigmen dengan jalan menghambat aktivitas enzim tirosiase. Vitamin C memiliki kemampuan reduksi yang tinggi dan berperan sebagai koenzim dalam biosintesis karnitin dan jaringan transmisi syaraf secara *in vitro*. Vitamin C juga berfungsi untuk membantu pencegahan aborsi dan berperan penting dalam peningkatan sistem kekebalan tubuh.

2. Vitamin B1

Vitamin B1 (*thiamin*) mudah rusak oleh panas, suasana alkali, dan oksidasi. 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.

### 3. Vitamin B2

Vitamin B2 (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, luka pada bagian pinggir mulut dan bibir pecah-pecah.

### 4. Vitamin B3

Vitamin B3 (niasin) disebut pula asam nikotinat, 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, dermatitis, demensia, dan diare.

5. Vitamin B5

Vitamin B5 (asam pantotenat) merupakan gabungan dari derivat asam butirat dan asam amino alanin. Asam pantotenat 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.

6. Vitamin B6

Vitamin B6 (piridoksin) berperan sebagai koenzim piridoksal fosfat (PLP) dan piridoksamin fosfat (PMP) dalam berbagai reaksi metabolisme protein. Gejala yang ditimbulkan akibat kekurangan vitamin ini adalah lemah, mudah tersinggung, dan sulit tidur.

7. Vitamin B7

Vitamin B7 (biotin) merupakan koenzim pada berbagai enzim karboksilase. Biotin berfungsi

untuk metabolisme energi, pertumbuhan rambut dan kuku, mengatur kadar gula darah serta sebagai kofaktor dalam pembentukan sel-sel darah merah. Gejala defisiensi biotin adalah depresi, halusinasi, nyeri otot, infeksi jamur, rambut rontok, kulit kering, dan dermatitis.

#### 8. Vitamin B9

Vitamin B9 (folasin) atau lebih dikenal dengan sebutan asam folat merupakan salah satu unsur penting dalam sintesis *Deoxyribo Nucleic Acid* (DNA) yang dibutuhkan dalam sintesis pirimidin. Asam folat terdapat pada sayuran berdaun hijau. Asam folat memiliki sifat sensitif terhadap paparan cahaya, suhu tinggi dan mudah teroksidasi. Asam folat sebagai antioksidan memiliki peranan penting pada periode pembelahan sel dan pertumbuhan sel. Oleh karena itu, asam folat sangat penting bagi ibu hamil karena dapat mencegah resiko kelainan otak dan tulang belakang. Asam folat juga berfungsi untuk memproduksi sel darah merah dan mencegah anemia.

## 9. Vitamin B12

Vitamin B12 (kobalamin) 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. Kekurangan atau defisiensi vitamin B12 dapat menyebabkan anemia megaloblastik.

### 4.7 Mineral

Mineral adalah suatu zat padat yang terdiri dari unsur atau persenyawaan kimia yang dibentuk secara alamiah oleh proses-proses anorganik, mempunyai sifat-sifat kimia dan fisika tertentu dan mempunyai penempatan atom-atom secara beraturan di dalamnya atau dikenal sebagai struktur Kristal. Fungsi mineral antara lain:

1. Mempertahankan keseimbangan asam-basa dengan jalan penggunaan pembentuk asam (*acid forming elements*), yaitu Cl, S, dan P dan mineral pembentuk basa (*base forming elements*), yaitu Ca, Mg, K, dan Na.
2. Berperan dalam tahap metabolisme tubuh. Mengkatalisasi reaksi yang bertalian dengan

- pemecahan karbohidrat, lemak dan protein, serta pembentukan lemak dan protein tubuh.
3. Sebagai hormon (Iodium terlibat dalam hormon tiroksin; Co dalam vitamin B12; Ca dan P untuk membentuk tulang dan gigi). Sebagai enzim tubuh/sebagai kofaktor (Fe terlibat dalam aktivitas enzim katalase dan sitokrom).
  4. Membantu memelihara keseimbangan air tubuh (klor, kalium, natrium).
  5. Membantu dalam pengiriman isyarat ke seluruh tubuh (kalsium, kalium dan natrium).
  6. Sebagai bagian cairan usus (kalsium, magnesium, kalium, dan natrium).
  7. Berperan dalam pertumbuhan dan pemeliharaan tulang, gigi dan jaringan tubuh lainnya (kalsium, fosfor, fluorin, dan magnesium).

#### **4.7.1 Mineral Makro**

Mineral makro atau disebut juga makro elemen yaitu mineral esensial yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah besar meliputi kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), klorida (Cl), dan sulfur (S).

### 1. Kalsium

Kalsium merupakan bahan utama dalam proses pembentukan tulang dan gigi. Sembilan puluh sembilan persen dari kalsium dalam tubuh berguna untuk membentuk tulang dan gigi. Kalsium bersama dengan tromboplastin akan bekerja untuk mengubah protrombin menjadi thrombin, dan thrombin diperlukan untuk mengikat kalsium yang ada dalam plasma darah.

### 2. Fosfor

Fosfor merupakan mineral kedua terbanyak dalam tubuh setelah kalsium, yaitu menyusun 1% dari berat tubuh orang dewasa. Fosfor dan kalsium merupakan zat utama pembentuk tulang dan gigi, 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.

### 3. Magnesium

Magnesium di dalam tubuh berada pada tulang (sekitar 60%), 26% berada dalam otot, dan sisanya

berada pada jaringan lunak dan cairan tubuh. Magnesium merupakan kation terbanyak kedua setelah kalium dalam cairan intraseluler. Magnesium berperan dalam proses aktivasi enzim-enzim tubuh dalam reaksi metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak menjadi energi serta aktivasi enzim pada reaksi asam nukleat sehingga berfungsi dalam sintesis, degradasi, dan stabilitas bahan gen DNA dalam sel. Magnesium berperan dalam menahan kalsium dalam email gigi sehingga kebutuhan kalsium gigi tetap terjaga. Kekurangan magnesium dapat menyebabkan hypomagnesemia dengan gejala denyut jantung tidak teratur, insomnia, lemah otot, kejang kaki, serta telapak kaki dan tangan gemetar. Sumber magnesium adalah sayur-sayuran hijau, kedelai, dan siput.

#### 4. Natrium

Natrium, kalium, dan klor merupakan tiga serangkai unsur yang berhubungan erat satu sama lain fungsi faali maupun penyebarannya dalam cairan intra atau ekstra seluler, termasuk juga cairan otak. Meskipun demikian antara natrium dan

kalium terdapat perbedaan yang bertolak belakang sehingga disebut antagonis satu sama lain. Peristiwa ini disebabkan oleh pemisahan letak kedua unsur dalam tubuh, yaitu kalium terdapat hampir seluruhnya di dalam sel sedangkan natrium di luar sel. Kebutuhan akan natrium dan klor dipenuhi oleh garam dapur (NaCl).

#### 5. Kalium

Kalium merupakan kation utama dari cairan intraseluler tetapi juga adalah konstituen yang sangat penting dari cairan ekstraseluler, sebab mempengaruhi aktifitas otot terutama otot jantung. Di dalam sel fungsi serupa dengan Na, di dalam cairan ekstraseluler dengan mempengaruhi keseimbangan asam-basa dan tekanan osmotis termasuk retensi air.

#### 6. Klorida

Sebagai komponen NaCl, klor sebagai ion adalah esensial dalam keseimbangan air dan pengaturan tekanan osmotis, demikian pula dalam keseimbangan asam basa. Dalam fungsi yang terakhir ini, klor memegang peranan khusus dalam

darah pada proses shift. Dalam getah lambung klor penting dalam pembentukan MOL.

#### 7. Sulfur

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.

#### 4.7.2 Mineral Mikro

Mineral mikro atau disebut sebagai *trace elemen* yaitu mineral esensial yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit seperti zat besi (Fe), kobal (Co), tembaga (Cu), yodium (I), seng (Zn), mangan (Mn), fluor (F), kromium (Cr), dan selenium (Se).

##### 1. Besi

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. 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. Zat besi non-hem sangat mudah dipengaruhi oleh *enhancer* yaitu zat-zat yang dapat meningkatkan penyerapannya (vitamin C, asam sitrat, asam laktat, asam tartarat, serta asam amino sistein pada daging, unggas, serta ikan) dan inhibitor yaitu zat-zat yang menghambat penyerapannya (kafein, polifenol, asam oksalat, fitat, kalsium, serta seng).

## 2. Fluor

Fluor penting dalam pertumbuhan dan pembentukan struktur gigi agar memiliki daya tahan terhadap penyakit.

## 3. Kobal

Kobal merupakan bagian dari molekul vitamin B12 dan sebagian besar kobal dalam tubuh terikat dalam vitamin B12. Kobal berfungsi untuk mematangkan

sel darah merah, menormalkan fungsi semua sel dan berperan dalam fungsi berbagai enzim. Sumber alami kobal yang baik adalah sayur-sayuran berdaun hijau.

4. Kromium

Kromium berperan dalam *glucose tolerance* yaitu waktu yang diperlukan oleh gula dalam darah untuk kembali pada kadar normal. Hal ini sering terjadi pada orang yang sedang berpuasa.

5. Mangan

Mangan dibutuhkan untuk pembentukan tulang dan metabolisme energi. Mangan juga merupakan komponen enzim antioksidan, yang membantu mencegah kerusakan sel akibat radikal bebas. Mangan terdapat dalam bahan makanan nabati, seperti sayur-mayur, sereal dan kacang-kacangan.

6. Seng

Seng atau zink berperan dalam fungsi imunitas, yaitu sebagai penyusun enzim Superoksida dismutase (SOD). Seng juga berperan dalam fungsi kerja hormon insulin, membantu penyusunan bahan genetik DNA dan RNA, penyusun sperma, pertumbuhan janin yang normal, serta berperan

dalam fungsi hormon thyroid. Zink dalam protein nabati kurang tersedia dan lebih sulit digunakan tubuh manusia dari pada zink yang terdapat dalam protein hewani. Hal tersebut mungkin disebabkan karena adanya asam fitat yang mampu mengikat ion-ion logam.

#### 7. Selenium

Selenium terdapat dalam dua bentuk, yaitu dalam bentuk anorganik dan dalam bentuk organik. Bentuk anorganik dari selenium adalah selenat ( $\text{SeO}_4^{2-}$ ) dan selenit ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ), sedangkan bentuk organiknya adalah selenometionin dan selenosistein. Beberapa tanaman dapat digunakan sebagai sumber selenium, salah satunya tanaman bawang-bawangan (*Allium sativum*, *A. cepa*, dan *A. fistulosum*).

#### 8. Tembaga

Tembaga diserap dari usus kecil ke dalam saluran darah. Kekurangan tembaga banyak terjadi pada bayi usia 6-9 bulan. Khususnya bayi-bayi yang mengalami KKP (kurang kalori protein). Bayi tersebut akan mengalami leukopenia (kurang sel darah putih) serta demineralisasi tulang.

## 9. Yodium

Yodium terutama terkonsentrasi pada kelenjar tiroid (70-80%) yang berfungsi untuk pembentukan hormon T3-triiodothyronin dan T4-tetra Iodothyronine (tiroksin). Bersama 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.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018. Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017. Direktorat Gizi Masyarakat. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta. ISBN 978-602-416-407-2.
- Anggraeni, A. A. 2012. Prebiotik dan Manfaat Kesehatan. Seminar Nasional Peningkatan Kompetensi Guru dalam Menghadapi Uji Kompetensi Guru. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Azrimaidaliza, Resmiati, W. Famelia, I. Purnakarya, Firdaus, dan Y. Khairany. 2020. Buku Ajar Dasar Gizi Ilmu Kesehatan Masyarakat. LPPM-Universitas Andalas. Padang. Sumatera Barat.
- Endarini, L. H. 2016. Farmakognosi dan Fitokimia. Pusdik SDM Kesehatan. Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan. Jakarta.
- Furkon, L. A. 200. Mengenal Zat Gizi dalam
- Harini, N., Warkoyo, dan D. 2015. Hermawan. Pangan Fungsional Makanan untuk Kesehatan. UMM Press. Malang. ISBN : 978-979-796-119-0.
- Kumar, D., S. Kumar and Ch. Shekhar. 2020. Nutritional components in green leafy vegetables : A review. *Journal Pharmacognosy and Phytochem* 9(5): 2498-2502.

- Natesh, H. N., L. Abbey and S. K. Asiedu. 2017. An Overview of Nutritional and Anti Nutritional Factors in Green Leafy Vegetables. *Horticulture International Journal* 1 (2): 58-65.
- Miharti, T., S. Nugraini dan G. M. Sutejo. 2013. Ilmu Gizi 1. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pengembangan SMK. Depok.
- Muchtadi, D. 2004. Gizi dan Pangan Fungsional. *Majalah Profesi Gizi Medik Indonesia* 3 (7): 4-6.
- Palupi, J. S. 2019. Telaah Pustaka 1. Hakikat Zat Gizi dalam <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id> diakses tanggal 10 Februari 2022.
- Pardede, E. 2013. Tinjauan Komposisi Kimia Buah dan Sayur: Peranan Sebagai Nutrisi dan Kaitannya dengan Teknologi Pengawetan dan Pengolahan. *Jurnal Visi* 21 (3): 1-16.
- Pertiwi, N. 2016. Kandungan Lignin, Selulosa, Hemiselulosa dan Tanin Limbah Kulit Kopi yang Difermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus niger* dan *Trichoderma viride*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Rahmadi, A. dan Bohari. 2018. Pangan Fungsional Berkhasiat Antioksidan: Buku Referensi Teknologi Pengolahan Pangan. Mulawarman University Press. Samarinda.

- Rahmi, P. 2018. Peran Nutrisi Bagi Tumbuh dan Kembang Anak Usia Dini dalam <https://jurnal.ar-raniry.ac.d>. diakses tanggal 10 Februari 2022.
- Sabila, F. 2012. Karakterisasi Frukto-Oligosakarida (FOS) dari Fermentasi Sukrosa oleh *Penicillium notatum*. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- Triana, V. 200. Studi Literatur Macam-Macam Vitamin dan Fungsinya dalam Tubuh Manusia
- Yunita, S. A. S. 2018. Selenium dan Manfaatnya untuk Kesehatan: Review Jurnal. *Jurnal Farmaka* 16 (2): 412-418.
- Wibawa, A. A. P. P. 2016. Bahan Ajar Mata Kuliah Biokimia Metabolisme Mineral dan Air. Universitas Udayana. Denpasar.

## **5. SENYAWA BIOAKTIF PADA SAYURAN DAUN**

Selain nutrisi, komponen kimia penting dalam sayuran adalah pigmen sebagai komponen pembentuk warna, asam-asam organik bersama-sama dengan karbohidrat sebagai komponen pembentuk cita rasa serta aroma sayuran. Komponen penting lainnya adalah komponen pembentuk dinding sel, seperti protopektin, selulosa, hemisellulosa dan lignin, yang secara khusus berhubungan dengan struktur sayuran.

Sayuran yang berwarna hijau merupakan sumber pigmen, mineral, dan vitamin terbaik dan penting bagi kesehatan manusia. Klorofil mampu berfungsi sebagai detoksifikasi; antioksidan, antipenuaan dan antikanker. Karotenoid juga merupakan pigmen alami yang memberikan warna kuning, jingga, atau merah. Karotenoid dikenal sebagai prekursor vitamin A dan dikembangkan sebagai efek protektif melawan sel kanker, penyakit jantung, mengurangi penyakit mata, antioksidan, dan regulator dalam sistem imun tubuh.

Selain sebagai komponen yang berkontribusi terhadap kesehatan, komponen kimia tersebut juga berpengaruh langsung dengan karakteristik mutu produk seperti penampilan. Mutu segar produk sayuran, terutama sayuran

daun selalu diasosiasikan dengan kondisi produk yang tegar dan tidak lembek. Komponen kimia pembentuk dinding sel bertanggung jawab atas ketegaran sayuran segar.

Dalam perkembangannya, meskipun sebagian sudah diketahui sejak lama, telaah tentang hubungan sayuran dengan kesehatan semakin luas dari peranannya sebagai sumber nutrisi vitamin dan mineral. Peran kelompok fitokimia antioksidan, fitosterol (*plant sterol*) dan serat mendapat perhatian yang semakin tinggi jika dihubungkan dengan kesehatan.

Uji pendahuluan kandungan kimia dilakukan melalui analisis fitokimia secara kualitatif. Uji fitokimia ini masih merupakan suatu metode pengujian awal dalam upaya untuk mengetahui kandungan senyawa aktif yang terdapat dalam sayuran daun yang berperan penting dalam penyembuhan penyakit. Dirangkum dari berbagai sumber, hasil uji fitokimia beberapa jenis sayuran daun disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Fitokimia Sayuran Daun

Jenis sayuran	Komponen Bioaktif									
	Fenol	Terpenoid	Flavonoid	Alkaloid	Tanin	Saponin	Steroid	Glukosinolat	Karotenoid	Minyak atsiri
Daun gedhi	+		+							
Kenikir	+		+							
Kubis/kol								+		
Beluntas			+							
Katuk			+	+	+	+	+			
Daun pepaya			+							
Kangkung			+							
Daun singkong			+						+	
Brokoli								+		
Sawi hijau			+						+	
Kemangi	+		+							+
Seledri			+	+	+	+	+			+
Selada			+							
Daun bawang			+							
Daun kacang panjang			+							
Daun ubi jalar			+							
Daun melinjo			+							
Daun pegagan		+	+		+		+			
Kelor		+	+	+	+		+			

Sumber: Ratnawati (2010); Sanjayasari dan Pliiang (2011); Tahira dkk. (2013); Iriyani dan Nugrahani (2014); Taroreh dkk. (2015); Rohyani dkk. (2015); Saputra dan Fitria (2016).

## 5.1 Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu komponen yang harus ada dalam bahan makanan sebagai sumber antioksidan dan direkomendasikan sebesar 800 mg/hari. Senyawa flavonoid terdiri dari beberapa jenis, yaitu: antosianin, flavonol, isoflavon, dan flavon.

### 1. Antosianin

Antosianin adalah senyawa pigmen pada tumbuhan yang larut dalam air dan berperan dalam munculnya warna biru, ungu, merah muda, dan merah pada bagian-bagian tumbuhan tergantung pada pH dan penggantian cincin aromatiknya (Tabel 6). Beberapa jenis antosianin yang umumnya ditemukan di alam yaitu sianidin, delphinidin, pelargonidin, petunidin, dan peonidin. Antosianin yang terserap menunjukkan aktivitas penghambatan mobilitas dan kemampuan invasi beberapa jenis kanker pada manusia. Selain itu, antosianin juga memiliki manfaat kesehatan terhadap penyakit kardiovaskuler, diabetes tipe II dan obesitas. Antosianin banyak ditemukan pada bayam merah, selada merah, dan kubis merah/ungu.

## 2. Flavon

Flavon merupakan flavonoid yang sering ditemukan pada daun, buah dan bunga dalam bentuk glukosida. Beberapa contoh senyawa flavon adalah: apigenin, luteolin, luteolin-7-glukosida, akatekin, dan baicalin. Sayuran daun yang mengandung flavon adalah seledri, daun mint, dan ginkgo biloba.

## 3. Isoflavon

Khasiat isoflavon sebagai fitoestrogen terbukti dapat meningkatkan konsentrasi dan menurunkan abnormalitas sperma pada tikus jantan. Fitoestrogen merupakan senyawa asal tanaman yang memiliki potensi estrogenik; dikenal sebagai senyawa yang dapat mencegah penyakit kanker, kardiovaskular, dan osteoporosis. Sayuran daun yang mengandung isoflavon adalah kol, brokoli, kubis, bawang putih dan peterseli.

## 4. Flavonol

Flavonol merupakan flavonoid dengan gugus keton. Senyawa flavonol diantaranya adalah kuersetin, mirisetin, fisetin, galangin, morin, rutin, dan robinetin. Perbedaan antara flavonol dengan

flavon terdapat pada gugus di posisi 3 pada cincin C yang memungkinkan terjadinya glikosilasi. Sayuran daun yang mengandung flavonol adalah bawang daun.

Tabel 6. Pengaruh Penggantian Cincin terhadap Warna Antosianidin

Antosianidin	Penggantian	Warna
Pelargonidin	4'-OH	oranye-merah
Sianidin	3'-OH, 4'-OH	merah keunguan
Delfinidin	3'-OH, 4'-OH, 5'-OH	ungu kebiruan
Peonidin	3'-OCH <sub>3</sub> , 4'-OH	merah mawar
Petunidin	3'- OCH <sub>3</sub> , 4'-OH, 5'-OCH <sub>3</sub>	ungu

Sumber: Anggraito dkk. (2018)

Senyawa flavonoid memiliki sifat antioksidan. Kandungan senyawa flavonoid beberapa jenis sayuran daun disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kandungan Senyawa Flavonoid Beberapa Jenis Sayuran Daun

Jenis Sayuran Daun	Flavonoid (mg/100g sampel segar)					Total Fenol (mg/100 g sampel segar)
	Flavonol			Flavon		
	Myricetin	Quercetin	Kaempferol	Luteolin	Apigenin	
Beluntas	0,9	5,21	0,28	-	-	83,12
Katuk	-	4,50	138,14	-	-	149,32
Kelor	-	95,84	20,79	1,32	-	133,59
Kemangi	-	1,89	2,47	2,12	0,74	81,18
Kenikir	-	51,28	0,90	-	-	150,01
Lembayung	-	27,35	3,33	-	12,97	49,53

Sumber: Batari (2007); Rahmat (2009); Apriady (2010)

## 5.2 Karotenoid

Pada dasarnya ada dua jenis karotenoid yaitu karoten dan xantofil, dalam perkembangannya terdapat pula likopen serta lutein yang merupakan turunan dari xantofil.

### 1. Likopen

Likopen adalah suatu karotenoid yang mempunyai sifat larut dalam lemak, merupakan pigmen yang secara alami memberi warna merah. Likopen terlibat secara aktif dalam ekspresi gen melalui reseptor nukleus *Retinoid A Receptor* (RAR) dan

*Retinoid X receptor* (RXR) dan memicu eliminasi radikal bebas sehingga berdampak pada penurunan sel busa pada penyakit aterosklerosis. Likopen, selain berpotensi sebagai antioksidan juga berfungsi menghambat kerja enzim *3-hydroxy-3methylglutaryl CoA reductase* (HMG-KoA reduktase) yang berperan dalam sintesis kolesterol di hati. Likopen juga terbukti meningkatkan kadar lipoprotein berdensitas tinggi atau *high density lipoprotein* (HDL) karena likopen berfungsi mengaktifkan reseptor LDL di hati sehingga meningkatkan penyerapan dan meningkatkan degradasi LDL.

## 2. Lutein

Lutein merupakan senyawa turunan xantofil. Lutein banyak ditemukan dalam sayuran hijau, bayam, kangkung, brokoli dan kubis Brussel. Lutein tidak memiliki aktivitas provitamin A, namun lutein dapat melindungi mata dari perkembangan Age Related Degenerasi Makula Katarak dan juga memiliki bioaktifitas sebagai antikanker pada usus besar.

### 3. Karoten

Karoten merupakan karotenoid yang memiliki korelasi dengan pembentukan vitamin A (retinol) di dalam tubuh manusia. Karoten terbagi atas  $\alpha$ -carotene dan  $\beta$ -carotene, namun hanya  $\beta$ -carotene yang paling bagus fungsinya sebagai precursor vitamin A atau provitamin A.

### 5.3 Fitosterol

Fitosterol merupakan steroid yang berasal dari tumbuhan misalnya sitosterol dan stigmasterol. Steroid adalah senyawa organik lemak sterol tidak terhidrolisis yang dapat dihasilkan melalui reaksi penurunan dari terpena atau skualena. Berbeda dengan lemak pada umumnya, fitosterol diketahui mempunyai fungsi menurunkan kadar kolesterol di dalam darah.

Tabel 8. Kandungan Sterol Beberapa Komoditi Sayuran Daun

No	Jenis Sayuran	Total Fitosterol (mg/kg berat kering)
1	Brokoli	3408
2	Kol cina	2790
3	Daun bawang	865
4	Selada	2131
5	Kol	1500
6	Bayam	1677

Sumber: Pardede (2013).

## 5.4 Klorofil

Kandungan klorofil merupakan salah satu kriteria penting untuk menentukan kandungan zat gizi sayuran daun. Klorofil diketahui berperan sebagai antioksidan bagi tubuh. Oleh karena itu, kini klorofil diekstrak dan dikonsumsi sebagai suplemen makanan. Kandungan klorofil berbagai jenis sayuran daun disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan Klorofil Berbagai Jenis Sayuran Daun

No	Jenis Sayuran	Kandungan Klorofil (mg/g)
1	Bayam	23,022
2	Daun cincau	21,535
3	Daun pepaya	29,598
4	Daun singkong	27,447
5	Kangkung	16,767
6	Kemangi	13,820
7	Pegagang	24,291
8	Sawi	6,290
9	Selada	5,230

Sumber: Setiarini dan Nurcahyati (2009); Rahmi (2017); Dharmadewi (2020).

## 5.5 Asam Fenolat

Asam fenolat memiliki dua jenis golongan yaitu golongan asam hidroksinamat dan golongan asam hidroksibenzoat. Asam fenolat yang dominan terdapat pada sayuran adalah golongan asam hidroksinamat. Bentuk senyawa asam hidroksinamat yang terdapat pada sayuran yaitu asam p-kumarat, asam ferulat, asam kafeat, dan asam klorogenat. Kandungan asam fenolat pada berbagai jenis sayuran daun disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kandungan Asam fenolat Beberapa Jenis Sayuran Daun

Jenis Sayuran Daun	Asam Fenolat (mg/100g sampel segar)			Total Asam Fenolat (mg/100g sampel segar)
	Asam Klorogenat	Asam Kafeat	Asam Ferulat	
Beluntas	20,44	8,04	-	28,48
Katuk	3,76	0,38	0,98	5,12
Kelor	7,09	2,12	4,29	13,5
Kemangi	0,53	1,60	0,09	2,23
Kenikir	4,88	3,00	3,04	10,92
Lembayung	4,54	1,50	1,29	7,34

Sumber: Apriady (2010)

## 5.6 Komponen Bioaktif pada Berbagai Sayuran Daun

Komponen bioaktif yang teridentifikasi pada berbagai jenis sayuran daun yang berperan penting bagi kesehatan tubuh antara lain adalah:

1. Bayam

Bayam memiliki kandungan klorofil yang lebih tinggi daripada kandungan klorofil pada daun selada, kangkung dan sawi. Klorofil diketahui berperan sebagai antioksidan bagi tubuh.

2. Beluntas

Daun beluntas mengandung senyawa klorofil, alkaloid, polifenol, flavonoid dan tanin. Ekstrak pasta daun beluntas segar mengandung klorofil 318,75 mg/g, total alkaloid 3,4 mg/g, dan total fenol 39,14 mg/g. Daun beluntas dapat dimanfaatkan sebagai tonik saraf dan untuk pengobatan peradangan. Seluruh tanaman digunakan untuk mengobati wasir, sembelit, *ulkus apthous* dan batu empedu, sedangkan bagian daun memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan hipoglikemik. Ekstrak teh daun beluntas juga memiliki kapasitas penghambatan tinggi terhadap

*Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Salmonella typhimurium*.

### 3. Brokoli

Brokoli merupakan salah satu tanaman yang mengandung sulforafan yaitu suatu senyawa antioksidan untuk mencegah penyakit kanker. Sulforafan memiliki aktifitas antioksidan paling ampuh yang tersimpan pada tanaman brokoli, selain  $\beta$ -karoten, indol, kuersetin, dan glutation. Sulforafan [l-isothiocyanato-4-(methylsulfinyl) - butane] diidentifikasi dalam brokoli sebagai produk hidrolisis enzimatik atau asam dari co-(methylsulfinyl)-alkyl-glucosinolate (glucoraphanin). Glucoraphanin merupakan prekursor glukosinolat inert dari sulforafan yang dihidrolisis menjadi isothiocyanate yang aktif secara biologis oleh enzim myrosinase yang terdapat dalam brokoli segar dan kecambahnya.

### 4. Kangkung air

Kangkung air mengandung senyawa flavonoid, tanin, steroid/triterpenoid. Dua senyawa flavonoid yang terdeteksi dalam simplisia daun kangkung air adalah kuersetin dan kuersetin 3-O-

monoglikosida. Pustaka lain menyebutkan kangkung air mengandung senyawa polifenol, saponin, flavonoid, sitosterol, karotenoid, dan hentriakontan. Kandungan senyawa aktif dalam ekstrak daun tanaman memberikan hasil yang positif pada uji aktivitas antidiabetes dan sebagai antioksidan.

#### 5. Katuk

Ekstrak daun katuk mengandung senyawa-senyawa asam fenolat yang diidentifikasi sebagai asam p-hidroksibenzoat, asam ferulat, asam vanilat dan asam kafeat dengan kandungan masing-masing sebesar 0,013%, 0,005%, 0,003% dan 0,001%. Secara tradisional daun katuk dimanfaatkan sebagai sayuran dan pewarna makanan, obat bisul, demam, frambusia, diuretik, dan memperlancar air susu. Komponen sterol dalam daun katuk berpengaruh positif terhadap peningkatan sistem reproduksi unggas yang ditandai dengan percepatan umur dewasa kelamin dan peningkatan kualitas telur.

## 6. Kelor

Daun kelor mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, fenolat, steroid, dan tanin. Kelor merupakan salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai antioksidan dengan cara menghambat peroksida lipid sehingga dapat melindungi tubuh dari penyakit kanker. Kelor juga berpotensi sebagai penurun kadar glukosa darah karena mengandung senyawa bioaktif alkaloid.

## 7. Kemangi

Tanaman kemangi mengandung berbagai komponen bioaktif seperti saponin, flavonoid, tanin, dan minyak atsiri. Komponen bioaktif dalam daun kemangi bermanfaat untuk mengatasi bau mulut, bau badan, badan lesu, antiperadangan, antibiotik alami, diuretik, analgesik, melancarkan peredaran darah, membersihkan racun, antimalaria, nyeri haid, antijamur, mencegah kanker dan kolesterol. Minyak atsiri yang berasal dari kemangi terdiri dari sembilan komponen yaitu linalool (2,03%), Z-sitral (7,02%), geranial (7,86%), metil eugenol (4,88%), 3-metilsiklopent-2-enona (3,78%), asam metil heksadekanoat

(2,48%), etil 9-oktadekenoat (10,62%), asam etil heksadekanoat (17,72%), dan asam etil oktadekanoat (14,83%).

#### 8. Kenikir

Kenikir memiliki manfaat bagi kesehatan diantaranya adalah aktivitas antiinflamasi, dapat meningkatkan sirkulasi darah dan memperkuat tulang, serta dapat meningkatkan selera makan. Daun kenikir segar memiliki kandungan total senyawa fenolik  $1,52 \pm 0,11$  mg GAE/g, aktivitas antioksidan sebesar  $112 \pm 3$   $\mu$ mol TE/g BB, serta kandungan asam kafeat dan asam ferulat masing-masing yaitu 3,64 mg/100 g dan 3,14 mg/100 g berat basah.

#### 9. Kubis

Dalam 100 gram kubis mengandung 0,6 mg indol-3-asetonitril dan indol-3-karboksaldehid kurang dari 0,1 mg. Senyawa indol dalam kubis berfungsi untuk menurunkan potensi kanker dengan cara menghambat enzim yang dapat menyebabkan terbentuknya senyawa karsinogen penyebab kanker.

## 10. Seledri

Seledri memiliki kandungan minyak atsiri, flavonoid, tanin, saponin, fitosterol, apigenin, lipase, kolin, dan alkaloid. Minyak atsiri yang terkandung dalam daun seledri berpotensi sebagai antibakteri. Komponen senyawa terbesar yang terkandung dalam minyak atsiri daun seledri antara lain limonene sebesar 53,08%, 1,6-octadiene 18,60%, cis-ocimene 9,63%,  $\gamma$ -terpinene 3,77% dan 16 senyawa lainnya. Apigenin dalam daun seledri berfungsi sebagai beta bloker yang dapat menurunkan tekanan darah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraito, Y. U., R. Susanti, R. S. Iswari, A. Yuniastuti, Lisdiana, W. H. Nugrahaningsih, N. A. Habibah dan S. H. Bintari. 2018. *Metabolit Sekunder dari Tanaman: Aplikasi dan Produksi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Apriady, R. A. 2010. *Identifikasi Senyawa Asam Fenolat Pada Sayuran Indigenus Jawa Barat*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ardiansyah, A., R. Fadilah, D. D. Handoko, B. Kusbiantoro, dan R. M. Astuti. 2019. Efek Pemanasan Skala Rumah Tangga terhadap Komponen Bioaktif Daun Kenikir (*Cosmos caudatus*). *Jurnal Agritech* 39 (3): 207-214.
- Batari, R. 2007. *Identifikasi Senyawa Flavonoid Pada Sayuran Indigenus Jawa Barat*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dharmadewi, A. A. I. M. 2020. Analisis Kandungan Klorofil Pada Beberapa Jenis Sayuran Hijau Sebagai Alternatif Bahan Dasar Food Supplement. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains* 9 (2): 171-176.
- Donowarti, I dan D. D. Fidhiani. 2020. Pengamatan Hasil Olahan Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.) Terhadap Sifat Fisika dan Kimianya. *Media Informasi dan*

*Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian* 11 (2): 118-134.

Iriyani, D dan P. Nugrahani. 2014. Kandungan Klorofil, Karotenoid, dan Vitamin C Beberapa Jenis Sayuran Daun pada Pertanian Periurban di Kota Surabaya. *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi* 15 (2): 84-90.

Nur, S., J. A. Baitanu dan S. A. Gani. 2019. Pengaruh Tempat Tumbuh dan Lama Penyulingan Secara Hidrodestilasi Terhadap Rendemen dan Profil Kandungan Kimia Minyak Atsiri Daun Kemangi (*Ocimum canum* Sims L.). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia* 6 (2): 363-367.

Pardede, E. 2013. Tinjauan Komposisi Kimia Buah dan Sayur: Peranan Sebagai Nutrisi dan Kaitannya dengan Teknologi Pengawetan dan Pengolahan. *Jurnal Visi* 21 (3): 1-16.

Patricia, A. D., Jumaeri dan F. W. Mahatmanti. 2019. Uji Daya Antibakteri Gel Hand Sanitizer Minyak Atsiri Seledri (*Apium graveolens*). *Indonesian Journal of Chemical Science* 8 (1): 28-33.

Putra, I. W. D. P., A. A. G. O. Dharmayudha, dan L. M. Sudimartini. 2016. Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus* 5 (5): 464-473.

Rahmat, H. 2009. Identifikasi Senyawa Flavonoid Pada Sayuran Indigenous Jawa Barat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Rahmi, N. 2017. Kandungan Klorofil pada Beberapa Jenis Tanaman Sayuran Sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan. Skripsi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Saputra, O. dan T. Fitria. 2016. Khasiat Daun Seledri (*Apium graveolens*) Terhadap Tekanan Darah Tinggi Pada Pasien Hiperkolestrolema. *Jurnal Majority* 5 (2): 120-125.
- Setiarini, N. dan Y. Nurcahyati. 2009. Eksplorasi Kandungan Klorofil pada beberapa Sayuran Hijau sebagai Alternatif Bahan Dasar Food Supplement. *Jurnal Bioma* 11 (1): 6-10.
- Subekti, S. 2007. Komponen Sterol Dalam Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr) dan Hubungannya dengan Sistem Reproduksi Puyuh. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sunarsih, E. S., L. Hakim, Sugiyanto dan Sumantri. 2011. Senyawa Aktif Sayuran Cruciferae dan Perubahan Kadar Kolesterol serta Vitamin C pada Tikus Hiperkholesterolema. *Jurnal Media Medika Indonesiana* 45 (3): 151-157.
- Wijono, S. H. 2004. Isolasi dan Identifikasi Asam Fenolat Pada Daun Katu (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.). *Jurnal Makara Kesehatan* 8 (1): 32-36.
- Wirasutisna, K. R., A. Nawawi dan N. Sari. 2012. Telaah Fitokimia Daun Kangkung Air (*Ipomoea aquatic*

Forsskal). *Jurnal Acta Pharmaceutica Indonesia* 37  
(2): 39-42.

## BIODATA PENULIS



**Ir. Ida Agustini Saidi, MP.** lahir di Denpasar, Bali 4 Agustus 1959. Lulus Sarjana Pertanian Jurusan Agronomi Institut Pertanian Bogor tahun 1982, melanjutkan studi S2 di Prodi Teknologi Pasca Panen Program Pascasarjana Universitas Brawijaya lulus tahun 1997. Karir pengajaran dimulai tahun 1983 di Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar, tahun 1991 hingga tahun 2002 di Fakultas Pertanian Universitas Bangkalan Madura dan selanjutnya hingga sekarang di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA).



**Rima Azara, S.TP, M.P.** dilahirkan di Malang, 12 Januari 1990. Tahun 2008 penulis lulus dari SMA Negeri I Tumpang dan diterima di Universitas Brawijaya, Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan. Gelar Magister pada jurusan Teknologi Hasil Pertanian juga diperoleh di Universitas yang sama pada tahun 2013. Mulai tahun 2014 hingga sekarang, penulis menjadi dosen tetap di UMSIDA.



**Syarifa Ramadhani Nurbaya, S.TP, M.P.**

dilahirkan di Malang, 4 April 1991. Penulis menempuh pendidikan S1 dan S2 di jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.

Mulai tahun 2018 hingga saat ini penulis aktif mengajar di UMSIDA.



**Evi yanti, SP.** lahir di Sidoarjo, 29 September

1982. Pendidikan dasar dan SMP diselesaikan di Sidoarjo. Tahun 2000 lulus dari Sekolah Kesehatan Angkatan Laut (SEKESAL) Surabaya. Tahun 2015 penulis melanjutkan

kuliah di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo jurusan Teknologi Hasil Pertanian (THP) dan mendapat gelar Sarjana Pertanian pada tahun 2019.

# Nutrisi dan Komponen Bioaktif pada **Sayuran Daun**

Ida Agustini Saidi  
Syarifah Ramadhani Nurbaya  
Rima Azara  
Eviyanti



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIOGARBO  
2022

