



**Buku Ajar**  
**Dasar-Dasar Ilmu Gizi**  
**G006**

Program Studi Kesehatan Masyarakat  
Fakultas Kedokteran  
Universitas Udayana  
2015

## Daftar Isi

Daftar Isi.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Deskripsi singkat mata kuliah .....	1
Beban Kredit .....	1
Prasyarat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Kompetensi .....	1
Tujuan Instruksional.....	1
Staf Pengajar .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Situasi Pembelajaran.....	2
Penilaian.....	2
Daftar Pustaka.....	2
Jadwal Perkuliahan .....	3
Rencana Pembelajaran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Kata Pengantar

Mata kuliah ini disusun untuk mengembangkan kemampuan mahasiswa di dalam memahami dasar-dasar Ilmu Gizi serta ilmu-ilmu lain yang berkaitan dengan kesehatan tubuh. Kurikulum materi yang dikembangkan atau yang diberikan kepada mahasiswa berupa yang meliputi sejarah perkembangan ilmu gizi, pengertian dan ruang lingkup ilmu gizi, sumber dan pengelompokan zat gizi, sifat-sifat, fungsi, dampak kekurangan dan kelebihan konsumsi suatu zat gizi baik zat gizi makro maupun mikro, keseimbangan energi, keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh; analisis zat gizi menggunakan daftar komposisi bahan makanan, penyusunan menu seimbang yang didasarkan pada Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan untuk Indonesia serta isu terkini dalam bidang gizi (Nutrigenomik) dan isu terkait dengan bahaya penggunaan bahan tambahan pangan (BTP).

Buku Ajar ini disusun sebagai pedoman mahasiswa dalam mengikuti semua kegiatan pembelajaran dari mata kuliah ini. Dalam diktat kuliah ini disajikan mengenai beban kredit, prasyarat, kompetensi, tujuan pembelajaran, staf pengajar, cara penilaian, daftar pustaka, jadwal perkuliahan dan rencana perkuliahan. Dalam rencana perkuliahan dirinci kegiatan pembelajaran dalam setiap minggu, sehingga mahasiswa dapat mempersiapkan diri agar proses pembelajaran dapat terlaksana sesuai dengan harapan dan hasil belajar yang diharapkan dapat dicapai oleh setiap mahasiswa. Pada akhir kata kami ucapkan semoga diktat kuliah ini dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya.

Denpasar, September 2015

Pengampu Mata Kuliah

## Deskripsi singkat

Masalah gizi yang dialami oleh individu atau pun masyarakat berhubungan dengan asupan zat gizi yang tidak adekuat. Mata kuliah ini akan membahas sejarah perkembangan ilmu gizi, pengertian dan ruang lingkup ilmu gizi, sumber dan pengelompokan zat gizi, sifat-sifat, fungsi serta dampak kekurangan dan kelebihan konsumsi suatu zat gizi baik zat gizi makro maupun mikro; keseimbangan energi, keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh; analisis zat gizi menggunakan daftar komposisi bahan makanan, penyusunan menu seimbang yang didasarkan pada Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan untuk Indonesia serta membahas isu terkini dalam bidang gizi (Nutrigenomik) dan isu terkait dengan bahaya penggunaan bahan tambahan pangan (BTP).

## Kompetensi

Mahasiswa mampu menguasai dasar-dasar Ilmu Gizi Kesehatan Masyarakat

## Tujuan Instruksional

Untuk mencapai kompetensi di atas, setelah mengikuti perkuliahan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan konsep dasar Ilmu Gizi
2. Menjelaskan pengelompokan zat gizi
3. Menjelaskan karakteristik karbohidrat
4. Menjelaskan karakteristik lemak
5. Menjelaskan karakteristik protein
6. Menjelaskan karakteristik vitamin
7. Menjelaskan karakteristik makro dan mikromineral
8. Menjelaskan karakteristik serat dan zat anti gizi
9. Menjelaskan keseimbangan energi
10. Menjelaskan keseimbangan air dan elektrolit
11. Menjelaskan Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM)
12. Menyusun menu sesuai standar porsi
13. Menjelaskan Pangan Fungsional

14. Menjelaskan Nutrigenomik
15. Menjelaskan Bahan Tambahan Pangan (BTP)

## Situasi Pembelajaran

Metode pembelajaran yang diterapkan pada mata kuliah ini adalah metode pembelajaran orang dewasa dan terpusat pada mahasiswa (*student centered learning*) dimana mahasiswa menjadi subjek dan dosen berfungsi sebagai nara sumber dan sebagai fasilitator. Situasi pembelajaran yang akan diterapkan adalah:

1. Perkuliahan tatap muka dan tanya jawab
2. Belajar mandiri dengan membaca dan mereview bahan bacaan yang disediakan sebelum mengikuti kegiatan pembelajaran selanjutnya.
3. Diskusi kelompok
4. Seminar/presentasi mahasiswa
5. Penugasan

## Daftar Pustaka

1. Sediaoetama AD. 1996. Ilmu Gizi.
2. Almatsier S. 2002. Prinsip Dasar Ilmu Gizi
3. Gropper S. 2005. Advanced Nutrition and Human Metabolism
4. Derrick B Jellife and E. F Patrice Jellife. 1989. *Community Nutritional Assessment*. New York. Oxford University Press
5. Gibney, M,J, et al.2004 Public Health Nutrition
2. Edelstein, S. 2006. Nutrition in Public Health. A Handbook for Developing Programs and Services.
3. Nutrition Throughout The Life Cycle; Bonnie S Worthington – Roberts And Sue Rodwell Williams; Fourth Edition; Mc Gra.w Hill, 2000
4. Prinsip Dasar Ilmu Gizi; Sunita Almatsier; Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta 2009
5. Yayuk Farida, dkk. 2004. *Pengantar Pangan dan Gizi*. Jakarta : Penebar Swadaya.

6. Ahmad Djaeni Sediaoetomo. 2000. *Ilmu Gizi Untuk Mahasiswa dan Profesi*. Jakarta : Dian Rakyat.
7. Laura J. Harper. 1986. *Pangan, Gizi dan Pertanian*(Penerjemah : Suhardjo). Jakarta : UI Press.
8. Derrick B Jellife and E. F Patrice Jellife. 1989. *Community Nutritional Assessment*. New York. Oxford University Press
9. Pedoman Penyusunan Neraca Bahan Makanan
10. Pedoman Umum Gizi Seimbang
11. Daftar Komposisi Bahan Makanan
12. G. Kartasapoetra. 2002. *Ilmu Gizi (Korelasi Gizi, Kesehatan dan Produktivitas Kerja)*. Jakarta: PT Rineka Cipta
13. Kathleen. 1992. Food Nutrition and Diet Therapy
14. Brody, T. Nutritional Biochemistry. 1994
15. Fuchhs, et al. Proteomics in nutritional research: principles, technologies and application (Br J Nutr 94:302-314 (2005).
16. Canas-Garcia, V. Et al. Review Advance in nutrigenomics research: novel and future analytical approaches to investigate the biological activity of natural compounds amd food function. J Phar Biomedic Anal. 51:290-304 (2010)
17. Winarno, F.G, *Kimia Pangan dan Gizi*, 1999

**Sumber/link tambahan untuk Ilmu Gizi**

1. World Health Organization: <http://www.who.int/topics/nutrition/en/>
2. Food and Agriculture Organization
3. Indonesian Nutrition Network (Jaringan Gizi Indonesia): <http://www.gizi.net>
4. Soekirman, Paradigma Penanggulangan Masalah Gizi Makro di Indonesia, [www.gizi.net](http://www.gizi.net)

## Konsep Dasar Ilmu Gizi

### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan pengertian dasar atau istilah-istilah gizi
2. Menjelaskan ruang lingkup ilmu gizi
3. Menjelaskan hubungan zat gizi dengan kesehatan
4. Menjelaskan hubungan zat gizi dengan proses tubuh
5. Menjelaskan perkembangan ilmu gizi

### Ringkasan

Pertemuan kuliah mengenai topik "Konsep Dasar Ilmu Gizi" adalah pertemuan kuliah yang akan membahas pengertian dasar Ilmu Gizi serta istilah-istilah Gizi, ruang lingkup Ilmu Gizi serta menjelaskan hubungan zat gizi dengan kesehatan dan proses tubuh serta akan membahas perkembangan ilmu gizi.

### Materi Perkuliahan

#### Pengertian Dasar Ilmu Gizi

Ketika kita membahas mengenai gizi, sering kali kita hanya mengaitkannya dengan makanan dan minuman saja serta manfaat/fungsi zat gizi bagi tubuh. Tetapi sesungguhnya cakupan gizi itu sangat luas. Masalah gizi yang kini banyak terjadi di Indonesia disebabkan bukan hanya masalah asupan makanan, pola hidup dan sosial budaya suatu masyarakat pun turut berpengaruh.

Gizi pun sering dikaitkan dengan tingkat pendidikan dan ekonomi seseorang. Hal ini karena gizi berpengaruh pada perkembangan otak, kemampuan belajar serta produktifitas kerja yang secara keseluruhan dapat meningkatkan potensi untuk meningkatkan tarap pendidikan dan ekonomi seseorang.

Konsep ilmu gizi sudah ada sejak zaman purba yaitu konsep bahwa manusia membutuhkan pangan untuk kelangsungan hidup. Seiring dengan

perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pangan dan kesehatan, ilmu gizi pun mulai berkembang. Ilmu Gizi adalah salah satu ilmu yang relatif masih baru. Ilmu gizi diakui sebagai salah satu cabang ilmu ketika Mary Swartz Rose dikukuhkan sebagai Professor Ilmu Gizi pertama pada tahun 1926 di Universitas Columbia, New York, Amerika Serikat. Namun di Indonesia, istilah ilmu gizi atau gizi baru dikenal sekitar tahun 1950-an.

Kata gizi berasal dari bahasa Arab yaitu **ghidza** yang berarti makanan. Itulah mengapa gizi sangat identik dengan makanan. Di sisi lain juga berkaitan dengan tubuh. Karena makanan terkandung berbagai zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh untuk tetap sehat. Ilmu gizi sendiri memiliki banyak defenisi. Ilmu gizi atau *Nutrition Science* adalah ilmu yang mempelajari segala sesuatu tentang makanan dalam hubungannya dengan kesehatan optimal. Ilmu gizi disebut juga sebagai ilmu pangan, zat-zat gizi dan senyawa lain yang terkandung di dalam bahan pangan. Reaksi, interaksi serta keseimbangan yang dihubungkan dengan kesehatan dan penyakit. Namun defenisi ilmu gizi yang paling sederhana adalah ilmu yang menganalisis pengaruh pangan yang dikonsumsi terhadap kesehatan manusia.

Jadi kesimpulannya adalah ilmu gizi berbicara tentang dua hal. Pertama berbicara tentang makanan dan kedua berbicara tentang tubuh dan kesehatan manusia. Hal inilah yang menyebabkan luasnya ruang lingkup ilmu gizi, diantaranya ilmu gizi manusia, ilmu gizi masyarakat, ilmu gizi klinik, dan juga ilmu pangan. Oleh karena itu, ilmu gizi sangat erat kaitannya dengan ilmu-ilmu agronomi, peternakan, ilmu pangan, mikrobiologi, biokimia, faal, biologi molekular dan kedokteran.

Berikut ini beberapa defenisi yang terkait ilmu gizi yang wajib kita ketahui.

1. **Ilmu Gizi** (*Nutrience Science*) adalah ilmu yang mempelajari segala sesuatu tentang makanan dalam hubungannya dengan kesehatan optimal/ tubuh.

2. **Zat Gizi** (*Nutrients*) adalah ikatan kimia yang diperlukan tubuh untuk melakukan fungsinya, yaitu menghasilkan energi, membangun dan memelihara jaringan serta mengatur proses-proses kehidupan.
3. **Gizi** (*Nutrition*) adalah suatu proses organisme menggunakan makanan yang dikonsumsi secara normal melalui proses digesti, absorpsi, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pengeluaran zat-zat yang tidak digunakan, untuk mempertahankan kehidupan, pertumbuhan dan fungsi normal dari organ-organ, serta menghasilkan energi.
4. **Status Gizi** adalah keadaan tubuh sebagai akibat konsumsi makanan dan penggunaan zat-zat gizi.

Berdasarkan ketiga pengertian tersebut di atas, jelas bahwa antara ilmu gizi, zat gizi dan gizi memiliki makna yang berbeda namun saling terkait. Selain itu masih ada beberapa kata yang juga terkait dengan gizi yaitu bahan makanan, makan serta pangan pangan. Ketiga kata tersebut pun maknanya hamper sama. Berikut adalah definisinya.

1. **Bahan Makanan** adalah makanan dalam keadaan mentah, dalam bahasa Inggris hanya digunakan satu kata untuk menyatakan kata makanan, pangan, dan bahan makanan yaitu *food*. Bahan Makanan contohnya adalah beras, sayur-sayuran mentah serta daging ketika telah diolah, bahan makanan tersebut sudah dapat dimakan.
2. **Makanan** adalah bahan selain obat yang mengandung zat-zat gizi dan atau unsur-unsur/ikatan kimia yang dapat diubah menjadi zat gizi oleh tubuh, yang berguna bila dimasukkan ke dalam tubuh.
3. **Pangan** adalah istilah umum untuk semua bahan yang dapat dijadikan makanan

### **Ruang Lingkup Ilmu Gizi**

Ilmu gizi termasuk sebagai salah satu cabang ilmu yang relatif masih baru. Ilmu gizi baru diakui sebagai ilmu pengetahuan (sains) pada awal abad 20. Hal ini setelah penemuan bidang-bidang ilmu lain khususnya di bidang ilmu kimia dan ilmu fisiologi. Selain itu penemuan-penemuan baru seperti vitamin, protein dan zat gizi lainnya yang menjadi dasar ilmu gizi.

Secara klasik kata gizi hanya dihubungkan dengan kesehatan tubuh, yaitu untuk menyediakan energi, membangun dan memelihara jaringan tubuh serta mengatur proses-proses kehidupan dalam tubuh. Tetapi sekarang kata gizi mempunyai pengertian yang lebih luas, di samping untuk kesehatan, gizi dikaitkan dengan potensi ekonomi seseorang karena gizi berkaitan dengan perkembangan otak, kemampuan belajar dan produktivitas kerja.

Ruang lingkup ilmu gizi cukup luas. Ilmu gizi mencakup banyak disiplin ilmu, mulai dari ilmu bahan makanan seperti cara produksi pangan, perubahan pascapanen (penyediaan pangan, distribusi dan pengolahan pangan, konsumsi makanan serta cara pemanfaatan makanan oleh tubuh yang sehat dan sakit). Ilmu gizi juga berkaitan dengan ilmu agronomi, peternakan, ilmu pangan, mikrobiologi, biokimia, faal, biologi molekular dan kedokteran.

Jika merujuk Komisi Pangan dan Gizi Amerika tahun 1995, Ruang lingkup Ilmu Gizi dibagi ke dalam empat kelompok. Atas dasar pemahaman tersebut, WHO menyatakan bahwa gizi adalah pilar utama dari kesehatan dan kesejahteraan sepanjang siklus kehidupan. Adapun empat kelompok Ilmu Gizi antara lain:

1. **Pertama, gizi seluler atau lingkungan in vitro**, dengan ilmu-ilmu dasarnya kimia analitik, biokimia, abiologi sel, imunologi, biologi molekuler dan genetika molekuler.
2. **Kedua, gizi organ khusus, gizi manusia dan gizi hewan**, meliputi ilmu-ilmu nutrisi hewan, klinik, genetika medis, dietetika, patologi, fisiologi dan kimia fisiologi.
3. **Ketiga, gizi masyarakat**, meliputi ilmu-ilmu antropologi, demografi, ekologi, ekonomi, pendidikan, epidemiologi, kebijakan pangan, kebijakan kesehatan, politik dan sosiologi.
4. **Keempat, pangan** meliputi pertanian, peternakan, pengelolaan lingkungan, teknologi pangan, pengolahan pangan, produksi, keamanan pangan.

### **Jenis Zat Gizi**

Makanan yang kita makan sehari-hari mengandung berbagai zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Zat gizi adalah ikatan kimia yang diperlukan oleh tubuh

untuk melakukan fungsinya, yaitu menghasilkan energi, membangun dan memelihara jaringan serta mengatur proses-proses jaringan tubuh. Zat gizi tersebut bukan hanya diperoleh dari makanan saja, namun juga telah ada dalam tubuh meskipun jumlahnya hanya sebagian kecil saja.

Berikut ini adalah jenis-jenis zat gizi:

### 1. Karbohidrat

Karbohidrat disebut juga sebagai zat tepung atau zat gula yang tersusun dari unsur Karbon (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O). Di dalam tubuh, karbohidrat berperan dalam menghasilkan energi yang akan digunakan oleh tubuh melakukan berbagai macam aktifitas.

Bahan makanan yang menjadi sumber karbohidrat umumnya berasal dari makanan pokok di antaranya biji-bijian (beras dan jagung), umbi-umbian (ubi jalar dan singkong) serta kacang-kacangan.

### 2. Protein

Protein adalah sumber asam amino yang mengandung unsur Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), Sulfur (S), dan Fosfor (F). Berbeda dengan Karbohidrat, zat gizi ini berperan sebagai zat pembangun yang bermanfaat bagi pertumbuhan dan perkembangan jaringan tubuh.

Bahan makanan yang mengandung protein dibedakan menjadi dua jenis yaitu yang bersumber dari hewani dan nabati. Protein yang berasal dari hewani disebut juga protein hewani antara lain telur, susu, daging dan ikan. Sementara yang bersumber dari bahan nabati disebut juga sebagai protein nabati antara lain kacang kedelai dan hasil olahannya seperti tahu dan tempe, serta jenis kacang-kacangan.

### 3. Lemak

Lemak adalah senyawa yang tersusun dari Karbon (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O). Fungsi utama lemak adalah sebagai sumber tenaga, selain itu juga berfungsi sebagai pelarut vitamin, yaitu vitamin A, D, E dan K.

Lemak dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu Kolesterol (bersumber dari daging dan susu), lemak jenuh (daging, kacang, produk susu dan minyak kelapa), lemak tak jenuh ganda (minyak sayur seperti pada minyak bunga matahari, jagung dan kedelai), dan lemak tak jenuh tunggal (minyak sayur seperti olive dan kacang tanah)

#### 4. Vitamin

Vitamin adalah senyawa atau zat organik yang terdapat di dalam makanan dalam jumlah yang sangat sedikit. Zat organik ini dibutuhkan dalam jumlah yang sangat sedikit yang pada umumnya tidak dapat dibentuk di dalam tubuh sehingga harus disuplai dari makanan. Vitamin berfungsi penting dalam reaksi metabolisme karbohidrat, lemak dan protein.

Vitamin dibedakan menjadi dua golongan yaitu vitamin larut lemak (vitamin A, D, E dan K ) dan vitamin larut air (vitamin B dan C). Sumber vitamin berasal dari semua jenis makanan. Misalnya sumber vitamin A adalah produk susu, ikan dan sayuran. Sumber vitamin B seperti gandum, daging dan susu. Vitamin C dari jeruk, tomat dan kentang. Vitamin D dari produk susu, ikan dan minyak ikan. Vitamin E dari minyak sayur dan biji-bijian. Sedangkan Vitamin K banyak berasal dari sayur-sayuran berdaun hijau dan margarine.

#### 5. Mineral

Mineral adalah senyawa organik yang mempunyai peran penting di dalam tubuh dalam pemeliharaan fungsi tubuh. Selain itu, mineral juga berperan penting dalam berbagai tahap metabolisme, terutama sebagai kofaktor dalam aktivitas enzim-enzim.

Mineral digolongkan menjadi dua macam yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro adalah mineral yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah lebih dari 100 mg per hari. Sedangkan mineral mikro dibutuhkan kurang dari 100 mg per hari.

Jenis-jenis mineral makro antara lain natrium, kalsium, magnesium, kalium, klorida, fosfor, dan sulfur. Sedangkan mineral mikro antara lain zat besi (Fe), seng (Zn), iodium (I), selenium (Se), mangan (Mn) dan Flour (F).

#### 6. Air

Air merupakan komponen yang sangat penting yang dibutuhkan oleh tubuh untuk proses metabolisme. Air berfungsi sebagai zat pelarut hasil pencernaan. Selain itu air juga berfungsi sebagai pengatur panas tubuh melalui proses respirasi.

Tubuh manusia dewasa mengandung 70% air sehingga merupakan komponen terbesar di dalam struktur tubuh manusia. Air bersumber dari air alam yang telah tersedia dan dapat dimanfaatkan secara langsung, selain itu air juga banyak terdapat di hampir semua makanan. Buah dan sayuran adalah bahan makanan yang banyak mengandung air hingga 95%.

#### **Evaluasi Diri**

1. Mengapa mempelajari konsep dasar ilmu gizi?
2. Apa saja ruang lingkup yang dipelajari dalam ilmu gizi?
3. Jelaskan perkembangan ilmu gizi!
4. Jelaskan hubungan zat gizi dengan kesehatan dan proses tubuh

## Pengelompokan Zat Gizi

### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan pengelompokan zat gizi menurut fungsinya
2. Menjelaskan pengelompokan zat gizi menurut kebutuhan
3. Menjelaskan Pesan Umum Gizi Seimbang (PUGS)

### Ringkasan

Pertemuan kuliah ini akan membahas mengenai pengelompokan zat gizi menurut fungsi dan kebutuhannya. Pada sesi ini akan dibahas pula Pesan Umum Gizi Seimbang (PUGS).

### Aktivitas Pembelajaran

1. Kuliah pengantar
2. Tutorial/Diskusi

### Evaluasi Diri

1. Jelaskan pengelompokan zat gizi menurut fungsinya
2. Jelaskan pengelompokan zat gizi menurut kebutuhannya
3. Jelaskan dan sebutkan berbagai Pesan Umum Gizi Seimbang (PUGS)

## Karbohidrat

### Tujuan Pembelajaran

Pada sesi topik kuliah ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan pengertian, struktur dan ciri karbohidrat
2. Menjelaskan pengklasifikasian karbohidrat
3. Menjelaskan fungsi karbohidrat
4. Menjelaskan proses metabolisme karbohidrat
5. Menghitung kebutuhan karbohidrat
6. Menyebutkan sumber-sumber karbohidrat
7. Menjelaskan defisiensi karbohidrat

### Ringkasan

Kuliah mengenai karbohidrat ini akan membahas pengertian, struktur dan ciri karbohidrat; fungsi karbohidrat serta pengklasifikasian karbohidrat. Akan dibahas pula proses metabolisme karbohidrat antara lain proses pencernaan, penyerapan, transportasi, utilisasi serta ekskresi karbohidrat. Selain itu akan diberikan metode menghitung kebutuhan karbohidrat serta sumber-sumber karbohidrat. Pada sesi akhir kuliah akan dibahas mengenai dampak kelebihan dan kekurangan karbohidrat.

### Materi Perkuliahan

#### Pengertian dan Struktur Karbohidrat

Karbohidrat adalah senyawa organik terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen (C, H, O) dengan perbandingan 1 atom C, 2 atom H, 1 atom O. karbohidrat banyak terdapat pada tumbuhan dan binatang yang berperan struktural & metabolik. sedangkan pada tumbuhan untuk sintesis  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  yang akan menghasilkan amilum/selulosa, melalui proses fotosintesis, sedangkan Binatang tidak dapat menghasilkan karbohidrat sehingga tergantung tumbuhan. karbohidrat merupakan sumber energi dan cadangan energi, yang melalui proses metabolisme. Banyak sekali makanan yang kita makan sehari hari adalah sumber karbohidrat seperti nasi/beras, singkong, umbi-umbian, gandum, sagu, jagung, kentang, dan beberapa buah-buahan lainnya, dll.

Rumus umum karbohidrat yaitu  $C_n(H_2O)_m$ , sedangkan yang paling banyak kita kenal yaitu glukosa :  $C_6H_{12}O_6$ , sukrosa :  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , selulosa :  $(C_6H_{10}O_5)_n$

#### **Klasifikasi Karbohidrat:**

1. **Monosakarida** : terdiri atas 3-6 atom C dan zat ini tidak dapat lagi dihidrolisis oleh larutan asam dalam air menjadi karbohidrat yang lebih sederhana. berikut macam-macam monosakarida : dengan ciri utamanya memiliki jumlah atom C berbeda-beda : triosa (C3), tetrosa (C4), pentosa (C5), heksosa (C6), heptosa (C7).

Triosa : Gliserosa, Gliseraldehid, Dihidroksi aseton

Tetrosa : threosa, Eritrosa, xylulosa

Pentosa : Lyxosa, Xilosa, Arabinosa, Ribosa, Ribulosa

Hexosa : Galaktosa, Glukosa, Mannosa, fruktosa

Heptosa : Sedoheptulosa

2. **Disakarida** : senyawanya terbentuk dari 2 molekul monosakarida yg sejenis atau tidak. Disakarida dapat dihidrolisis oleh larutan asam dalam air sehingga terurai menjadi 2 molekul monosakarida.

hidrolisis : terdiri dari 2 monosakarida al

sukrosa : glukosa + fruktosa (C 1-2)

maltosa : 2 glukosa (C 1-4)

trehalosa 2 glukosa (C1-1)

Laktosa : glukosa + galaktosa (C1-4)

3. **Oligosakarida** yaitu senyawa yang terdiri dari gabungan molekul2 monosakarida yang banyak gabungan dari 3 – 6 monosakarida, misalnya maltotriosa

4. **Polisakarida** yaitu senyawa yang terdiri dari gabungan molekul-molekul monosakarida yang banyak jumlahnya, senyawa ini bisa dihidrolisis menjadi banyak molekul monosakarida. Polisakarida merupakan jenis karbohidrat yang terdiri dari lebih 6 monosakarida dengan rantai lurus/cabang.

Macam-macam polisarida :

#### **1. AMILUM/TEPUNG**

rantai a-glikosidik (glukosa) $_n$  : glukosan/glukan Amilosa (15 – 20%) : helix, tidak bercabang

- Amilopektin (80 – 85%) : bercabang
- Terdiri dari 24 – 30 residu glukosa,
- Simpanan karbohidrat pada tumbuhan,
- Tes lod : biru
- ikatan C1-4 : lurus
- ikatan C1-6 : titik percabangan

## 2. GLIKOGEN

- Simpanan polisakarida binatang
- Glukosan (rantai a) – Rantai cabang banyak
- lod tes : merah

## 3. INULIN

- pati pada akar/umbi tumbuhan tertentu,
- Fruktosan
- Larut air hangat
- Dapat menentukan kecepatan filtrasi glomeruli.
- Tes lod negatif

## 4. DEKSTRIN dari hidrolisis pati

## 5. SELULOSA (serat tumbuhan)

- Konstituen utama framework tumbuhan
- tidak larut air – terdiri dari unit b
- Tidak dapat dicerna mamalia (enzim untuk memecah ikatan beta tidak ada) – Usus ruminantia, herbivora ada mikroorganisme dapat memecah ikatan beta : selulosa dapat sebagai sumber karbohidrat.

## 6. KHITIN

- polisakarida invertebrata

## 7. GLIKOSAMINOGLIKAN

- karbohidrat kompleks
- merupakan (+asam uronat, amina)
- penyusun jaringan misalnya tulang, elastin, kolagen
- Contoh : asam hialuronat, chondroitin sulfat

## 8. GLIKOPROTEIN

- Terdapat di cairan tubuh dan jaringan
- terdapat di membran sel
- merupakan Protein + karbohidrat klik sini Sumber TERKAIT

Gula menunjukkan berbagai isomer

STEREOMER : senyawa dengan struktur formula sama tapi beda konfigurasi ruangnya

- - Isomer D,L
- - Cincin piranosa, furanosa
- - Anomer a, b
- - epimer (glukosa, galaktosa, manosa)
- - Isomer aldosa, ketosa

## Metabolisme Karbohidrat

### Istilah

1. **GLIKOLISIS** yaitu suatu proses dimana glukosa dimetabolisme menjadi piruvat (aerob) menghasilkan energi (8 ATP) atau laktat (anerob) menghasilkan energy (2 ATP).
2. **GLIKOGENESIS** yaitu proses perubahan glukosa menjadi glikogen. Di Hepar/hati berfungsi: untuk mempertahankan kadar gula darah, sedangkan di otot bertujuan untuk kepentingan otot sendiri dalam membutuhkan energi.
3. **GLIKOGENOLISIS** yaitu proses perubahan glikogen menjadi glukosa atau kebalikan dari GLIKOGENESIS.
4. **JALUR PENTOSA FOSFAT** yaitu hasil ribosa untuk sintesis nukleotida, asam nukleat dan equivalent pereduksi (NADPH) (biosintesis asam lemak dan lainnya.)
5. **GLUKONEOGENESIS** yaitu proses perubahan senyawa non-karbohidrat (piruvat, asam laktat, gliserol, asam amino glukogenik) menjadi glukosa.
6. **TRIOSA FOSFAT** yaitu bagian gliserol dari TAG (lemak)
7. **PIRUVAT & SENYAWA ANTARA SIKLUS KREBS** yaitu senyawa yang dibutuhkan dalam sintesis, misalnya Asetil-KoA dalam sintesis asam amino dan steroid untuk sintesis asam lemak &kolesterol.

**Metabolisme karbohidrat** mencakupi sintesis (anabolisme), penguraian (katabolisme) dan perubahan antarbentuk pada karbohidrat di dalam organisme. Bentuk karbohidrat terpenting adalah glukosa, yaitu suatu senyawa gula sederhana (monosakarida), dipahami ada terdapat di setiap makhluk hidup untuk proses metabolisme ini. Glukosa dan bentuk karbohidrat lainnya memiliki

tempatya masing-masing di dalam proses metabolik antarspesies. Contohnya, tanaman menyimpan energi dengan membentuk karbohidrat dari karbon dioksida dan air melalui fotosintesis, biasanya dalam bentuk pati atau lipid. Tanaman lalu dimakan oleh binatang dan jamur, sebagai bahan bakarnya respirasi seluler. Oksidasi pada satu gram karbohidrat menghasilkan energi sebesar 4 kcal (kilokalori); sementara dari lipid, 9 kcal. Energi dari metabolisme (contohnya, oksidasi glukosa) biasanya disimpan sementara di sel-sel tubuh dalam bentuk adenosina trifosfat. Metabolisme pada makhluk hidup dengan respirasi aerob menguraikan glukosa dengan oksigen untuk menghasilkan energi, dan hasil sampingnya, karbon dioksida dan air.

Semua bentuk karbohidrat kurang lebih memiliki rumus kimia  $C_nH_{2n}O_n$ ; Rumus kimia glukosa adalah  $C_6H_{12}O_6$ . Setiap molekul monosakarida bisa membentuk senyawa disakarida, contohnya sukrosa, ataupun senyawa polisakarida yang lebih panjang, contohnya pati and selulosa.

### **Fungsi Karbohidrat**

Selain sebagai sumber energi, karbohidrat juga berfungsi sebagai cadangan makanan, pemberi rasa manis pada makanan, membantu pengeluaran feses dengan cara mengatur peristaltik usus, penghemat protein karena bila karbohidrat makanan terpenuhi, protein terutama akan digunakan sebagai zat pembangun. Karbohidrat juga berfungsi sebagai pengatur metabolisme lemak karena karbohidrat mampu mencegah oksidasi lemak yang tidak sempurna.

### **Penghasil energi**

Lazimnya, penguraian satu molekul glukosa yang melalui respirasi aerob (berarti, yang melibatkan glikolisis dan Siklus Krebs (Siklus asam sitrat)) menghasilkan sekitar 33 hingga 35 ATP. Pemecahannya:

- Penguraian anaerob melalui glikolisis, menghasilkan 8-10 ATP
- Respirasi aerob melalui Siklus Krebs - menghasilkan 25 ATP

### **Penyakit pada manusia yang melibatkan metabolisme karbohidrat**

- Diabetes melitus
- Intoleransi laktosa

## **Fungsi Karbohidrat**

### **Peran biologis dalam biosfer**

Fotosintesis menyediakan makanan bagi hampir seluruh kehidupan di bumi, baik secara langsung atau tidak langsung. Organisme autotrof seperti tumbuhan hijau, bakteri, dan alga fotosintetik memanfaatkan hasil fotosintesis secara langsung. Sementara itu, hampir semua organisme heterotrof, termasuk manusia, benar-benar bergantung pada organisme autotrof untuk mendapatkan makanan.

Pada proses fotosintesis, karbon dioksida diubah menjadi karbohidrat yang kemudian dapat digunakan untuk mensintesis materi organik lainnya. Karbohidrat yang dihasilkan oleh fotosintesis ialah gula berkarbon tiga yang dinamai gliseraldehida-3-fosfat. Senyawa ini merupakan bahan dasar senyawa-senyawa lain yang digunakan langsung oleh organisme autotrof, misalnya glukosa, selulosa, dan amilum.

### **Peran sebagai bahan bakar dan nutrisi**

Kentang merupakan salah satu bahan makanan yang mengandung banyak karbohidrat. Karbohidrat menyediakan kebutuhan dasar yang diperlukan tubuh makhluk hidup. Monosakarida, khususnya glukosa merupakan nutrisi utama sel. Misalnya, pada vertebrata glukosa mengalir dalam aliran darah sehingga tersedia bagi seluruh sel tubuh. Sel-sel tubuh tersebut menyerap glukosa dan mengambil tenaga yang tersimpan di dalam molekul tersebut pada proses respirasi seluler untuk menjalankan sel-sel tubuh. Selain itu, kerangka karbon monosakarida juga berfungsi sebagai bahan baku untuk sintesis jenis molekul organik kecil lainnya, termasuk asam amino dan asam lemak.

Sebagai nutrisi untuk manusia, 1 gram karbohidrat memiliki nilai energi 4 kalori. Dalam menu makanan orang Asia Tenggara, termasuk Indonesia, umumnya kandungan karbohidrat cukup tinggi, yaitu antara 70–80%. Bahan makanan sumber karbohidrat ini misalnya padi-padian atau sereal (gandum dan beras), umbi-umbian ( kentang, singkong, ubi jalar), dan gula. Namun, daya cerna tubuh manusia terhadap karbohidrat bermacam-macam bergantung pada sumbernya, yaitu bervariasi antara 90%–98%. Serat menurunkan daya cerna karbohidrat menjadi 85%. Manusia tidak dapat mencerna selulosa sehingga serat selulosa yang dikonsumsi manusia hanya lewat melalui saluran pencernaan dan keluar

bersama feses. Serat-serat selulosa mengikis dinding saluran pencernaan dan merangsangnya mengeluarkan lendir yang membantu makanan melewati saluran pencernaan dengan lancar sehingga selulosa disebut sebagai bagian penting dalam menu makanan yang sehat. Contoh makanan yang sangat kaya akan serat selulosa ialah buah-buahan segar, sayur-sayuran, dan biji-bijian. Selain sebagai sumber energi, karbohidrat juga berfungsi untuk menjaga keseimbangan asam basa di dalam tubuh, berperan penting dalam proses metabolisme dalam tubuh, dan pembentuk struktur sel dengan mengikat protein dan lemak.

### **Peran sebagai cadangan energi**

Beberapa jenis polisakarida berfungsi sebagai materi simpanan atau cadangan, yang nantinya akan dihidrolisis untuk menyediakan gula bagi sel ketika diperlukan. Pati/amilum merupakan suatu polisakarida simpanan pada tumbuhan. Tumbuhan menumpuk pati sebagai granul atau butiran di dalam organel, plastid termasuk kloroplas. Dengan mensintesis pati, tumbuhan dapat menimbun kelebihan glukosa. Glukosa merupakan bahan bakar sel yang utama, sehingga pati merupakan energi cadangan.

Sementara itu, hewan menyimpan polisakarida yang disebut glikogen. Manusia dan vertebrata lainnya menyimpan glikogen terutama dalam sel hati dan otot. Penguraian glikogen pada sel-sel ini akan melepaskan glukosa ketika kebutuhan gula meningkat. Namun, glikogen tidak dapat diandalkan sebagai sumber energi hewan untuk jangka waktu lama. Glikogen simpanan akan terkuras habis hanya dalam waktu sehari kecuali kalau dipulihkan kembali dengan mengonsumsi makanan.

### **Peran sebagai materi pembangun**

Organisme membangun materi-materi kuat dari polisakarida struktural. Misalnya, selulosa ialah komponen utama dinding sel tumbuhan. Selulosa bersifat seperti serabut, liat, tidak larut di dalam air, dan ditemukan terutama pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Kayu terutama terbuat dari selulosa dan polisakarida lain, misalnya hemiselulose dan pectin. Sementara itu, kapas terbuat hampir seluruhnya dari selulosa.

Polisakarida struktural penting lainnya ialah kitin, karbohidrat yang menyusun kerangka luar (eksoskeleton) arthropoda (serangga, laba-laba, krustasea, dan hewan-hewan lain sejenis). Kitin murni mirip seperti kulit, tetapi akan mengeras ketika dilapisi kalsium karbonat. Kitin juga ditemukan pada dinding sel berbagai jenis fungi.

Sementara itu, dinding sel bakteri terbuat dari struktur gabungan karbohidrat polisakarida dengan peptide disebut peptidoglikan. Dinding sel ini membentuk suatu kulit kaku dan berpori membungkus sel yang memberi perlindungan fisik bagi membrane sel yang lunak dan sitoplasma di dalam sel.

### **Aktivitas Pembelajaran**

1. Kuliah pengantar
2. Tutorial/Diskusi

### **Evaluasi Diri**

1. Sebutkan dan jelaskan klasifikasi karbohidrat
2. Jelaskan fungsi karbohidrat
5. Jelaskan proses metabolisme karbohidrat
6. Jelaskan perhitungan kebutuhan karbohidrat dan sumber-sumber karbohidrat
7. Jelaskan tentang akibat kelebihan dan kekurangan karbohidrat

## Lemak

### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan pengertian, struktur dan ciri kimiawi lemak
2. Menjelaskan pengklasifikasian lemak
3. Menjelaskan fungsi lemak
4. Menjelaskan proses metabolisme lemak
5. Menghitung kebutuhan lemak
6. Menyebutkan sumber-sumber lemak
7. Menjelaskan defisiensi dan kelebihan lemak

### Ringkasan

Kuliah mengenai lipid/lemak ini akan membahas pengertian, struktur dan ciri lemak; fungsi lemak serta pengklasifikasian lemak. Akan dibahas pula proses metabolisme lemak antara lain proses pencernaan, penyerapan, transportasi, utilisasi serta ekskresi lemak. Selain itu akan diberikan metode menghitung kebutuhan lemak serta sumber-sumber lemak. Pada sesi akhir kuliah akan dibahas mengenai dampak kelebihan dan kekurangan lemak.

### Klasifikasi kolesterol total

Kolesterol adalah lemak yang terdapat dalam aliran darah atau berada dalam sel tubuh, yang sebenarnya dibutuhkan untuk pembentukan dinding sel dan sebagai bahan baku beberapa hormon, namun apabila kadar kolesterol dalam darah berlebihan, akan mengakibatkan penyakit jantung koroner dan stroke. Kolesterol secara alami bisa dibentuk oleh tubuh sendiri, selebihnya didapat dari makanan hewani, seperti daging, unggas, ikan, margarin, keju, dan susu. Makanan yang berasal dari nabati, seperti buah, sayur, dan beberapa biji-bijian, tidak mengandung kolesterol.

Kolesterol sendiri tidak larut dalam darah, untuk itu perlu berikatan dengan pengangkutnya yaitu lipoprotein, yaitu low-density lipoprotein (LDL) atau

high-density lipoprotein (HDL). Kolesterol yang normal harus di bawah 200 mg/dl. Apabila di atas 240, anda berisiko tinggi terkena serangan jantung atau stroke. Mengukur kadar kolesterol dengan metode "CHOD-PAP"<sup>2</sup>. Menjelaskan nilai normal kolesterol serta kadar patologis dari hasil. Melakukan diagnosa dini penyakit apa saja yang disebabkan oleh hasil kolesterol abnormal / patologis melalui bantuan hasil praktikum yang dilakukan. Metabolisme lipoprotein dapat dibagi atas 3 jalur, yaitu jalur metabolisme eksogen, jalur metabolisme endogen dan jalur reverse kolesterol transport pathway (RCTP).

Jalur metabolisme eksogen dan endogen berhubungan dengan metabolisme kolesterol LDL dan trigliserid, sedang jalur RCTP hanya mengenai metabolisme kolesterol HDL. Metabolisme lipoprotein dapat dibagi atas tiga jalur utama yaitu jalur metabolisme eksogen, jalur metabolisme endogen, dan jalur "reverse kolesterol transport".

### **Metabolisme Lemak**

Jalur metabolisme eksogen adalah lipid yang diserap dari usus halus, jalur metabolisme endogen adalah sintesa lipid di tubuh kita yaitu di hati, dan jalur "reverse kolesterol transport" berkaitan dengan fungsi HDL yang menarik kolesterol yang mengendap di jaringan khususnya di makrofag untuk di bawa kembali ke hati atau jaringan steroidogenik lainnya. Berikut Jalur metabolisme eksogen :

Makanan berlemak yang kita makan terdiri dari trigliserida dan kolesterol. Selain lemak yang berasal dari makanan, dalam usus juga terdapat kolesterol dari hati yang dieksresi bersama empedu ke usus halus. Baik lemak di usus halus yang berasal dari makanan maupun berasal dari hati disebut lemak eksogen. Trigliserid dan kolesterol dalam usus halus akan diserap ke dalam enterosit mukosa usus halus. Trigliserid akan diserap sebagai asam lemak bebas sedang kolesterol sebagai kolesterol. Di dalam usus halus asam lemak bebas akan

dirubah lagi menjadi trigliserid, sedang kolesterol akan mengalami esterifikasi menjadi kolesterol ester dan keduanya bersama fosfolipid dan apolipoprotein akan membentuk lipoprotein yang dikenal dengan kilomikron.

### **Kolesterol HDL**

Kolesterol HDL disebut sebagai lemak yang “baik”, lantaran dapat membersihkan dan mengangkut timbunan lemak dari dinding pembuluh darah ke hati. Kolesterol HDL yang ideal harus lebih tinggi dari 40 mg/dl untuk pria, atau di atas 50 mg/dl untuk wanita. Penyebab kolesterol HDL yang rendah adalah kurang gerak badan, terlalu gemuk, serta kebiasaan merokok. Selain itu hormon testosteron pada pria, steroid anabolik, dan progesteron bisa menurunkan kolesterol HDL; sedangkan hormon estrogen wanita menaikkan HDL sedangkan perbedaan kolesterol Lp(a) adalah suatu variasi dari kolesterol LDL. Lp(a) yang tinggi berbahaya bagi jantung. Penyebab peningkatan Lp(a) belum jelas, mungkin berkaitan dengan faktor genetik.

HDL merupakan kolesterol “baik” yang membawa lipoprotein dengan kerapatan tinggi (high-density lipoproteins). Bila memiliki lebih artinya berada pada risiko rendah terkena penyakit jantung koroner.

### **Kadar HDL (“Kolesterol Baik”)**

Kurang dari 50 (wanita)/ 40 (pria)	Normal
Lebih dari 60	Tinggi

HDL mengangkut kolesterol dari sel-sel untuk kembali ke liver. Semakin tinggi kadar HDL, semakin baik bagi kita. Progesteron, anabolic steroid, dan testosteron cenderung menurunkan HDL, sementara estrogen menaikkan kadar HDL.

### **Rasio Kolesterol**

Biasanya diberikan hasil kolesterol sebagai rasio kolesterol total terhadap kolesterol HDL (hal ini sama dengan menyatakan kolesterol total dibandingkan dengan kolesterol HDL).

Menurut American Heart Association (AHA), rasio sebaiknya di bawah 5:1 dengan jumlah optimal 3.5:1. Mungkin juga untuk membandingkan kolesterol LDL dengan kolesterol HDL untuk mendapatkan rasio ( sama saja dengan menyatakan rasio kolesterol LDL terhadap kolesterol HDL). Dalam hal ini, rasio harus di bawah 3.5. Bagaimanapun, AHA merekomendasikan untuk menggunakan angka mutlak untuk kolesterol dibandingkan rasio. Alasannya angka mutlak dapat membantu dokter memutuskan tipe penyembuhan yang dibutuhkan pasien dibandingkan rasio.

### **Kisaran kolesterol HDL**

1. Kurang dari 40 mg/dL Terlalu rendah
2. Lebih dari 40 mg/dL Menguntungkan terutama di atas 60 mg/dL

Pemeriksaan profil lipid (kolesterol total, kolesterol HDL dan trigliserida) dilakukan setelah berpuasa sepanjang malam. Beberapa tes memungkinkan kolesterol LDL dapat dihitung. Kenaikan trigliserida merupakan faktor umum dan risiko penyakit jantung koroner.

Trigliserida dapat bertambah meskipun total dan kolesterol HDL normal. Jadi, tidak ada cara untuk mengetahui seseorang memiliki trigliserida tinggi kecuali dihitung melalui tes.

Bila usia 20 tahun atau lebih dan tidak memiliki penyakit jantung dan kolesterol LDL kurang dari

- 100 mg/dL Diinginkan
- 100 – 129 mg/dL Mendekati optimal/Melebihi optimal
- 130 – 159 mg/dL Batas tinggi
- 160 – 189 mg/dL Tinggi
- 190 mg/dL dan lebih Sangat tinggi

Bila memiliki penyakit jantung atau diabetes, maka kolesterol LDL sebaiknya 100 mg/dL atau kurang.

### **Kolesterol LDL.**

Kolesterol LDL merupakan kolesterol “jahat” yang membawa lipoprotein dengan kerapatan rendah (low-density lipoproteins). Sebaiknya kadar kolesterol

LDL rendah karena berkaitan dengan risiko lebih tinggi penyakit jantung. Kolesterol LDL atau Lemak yang “jahat” Kolesterol LDL adalah lemak yang “jahat”, karena bisa menimbun pada dinding dalam dari pembuluh darah, terutama pembuluh darah kecil yang mensuplai makanan ke jantung dan otak. Timbunan lemak itu makin lama makin tebal dan makin keras, yang dinamakan arteriosklerosis, dan akhirnya menyumbat aliran darah. Kolesterol LDL yang optimal adalah bila kadarnya dalam darah di bawah 100 mg/dl. Kolesterol LDL 100 – 129 mg/dl dimasukkan kategoriperbatasan (borderline), apabila di atas 130 dan disertai factor risiko lain seperti merokok, gemuk, diabetes, tidak olahraga, apalagi jika sudah mencapai 160 atau lebih, maka segera perlu diberi obat.

Kurang dari 100	Optimal
100-129	Mendekati optimal
130-159	Batas normal tertinggi
160-189	Tinggi
Lebih dari 190	Sangat tinggi

LDL adalah pengangkut kolesterol dari liver ke sel-sel. Bila terlalu banyak LDL, kolesterol akan menumpuk di dinding-dinding arteri dan menyebabkan sumbatan arteri (aterosklerosis). Semakin rendah kadar LDL, semakin kecil risiko terkena serangan jantung dan stroke. Faktor risiko penyakit jantung dan stroke lainnya menentukan seberapa tinggi LDL seharusnya dan penanganan apa yang tepat.

### **Menghitung kolesterol LDL**

Bila trigliserida kurang dari 400 mg/dL, dokter dapat menghitung kadar LDL kolesterol berdasarkan kadar kolesterol total, kolesterol HDL dan trigliserida yang telah diperiksa. Persamaan yang digunakan dokter :  $\text{Kolesterol LDL} = \text{kolesterol total} - (\text{kolesterol HDL} + \text{trigliserida}/5)$ . Hanya dokter yang sebaiknya menentukan cara terbaik untuk mengevaluasi dan menafsirkan kadar kolesterol. Diskusikan dengan dokter bila memiliki pertanyaan tentang kadar kolesterol atau cara terbaik untuk mengurangi risiko terkena penyakit jantung.

### **Trigliserida**

Trigliserida adalah bentuk lemak lain yang bisa berasal dari makanan atau dibentuk sendiri oleh tubuh. Punya trigliserida yang tinggi sering diikuti juga oleh kolesterol total dan LDL yang tinggi, serta kolesterol HDL yang rendah. Orang yang sakit jantung, diabetes, atau obesitas, biasanya mempunyai kadar trigliserida yang tinggi. Trigliserida dalam darah yang normal harus di bawah 150 mg/dl. Beberapa orang mempunyai trigliserida yang tinggi lantaran penyakit lain atau keturunan. Bila memang ada factor keturunan, maka anda harus mengubah gaya hidup, mulai diet rendah lemak, olahraga teratur, turunkan berat badan, tidak merokok, juga tidak minum alkohol, bahkan dianjurkan mengurangi konsumsi karbohidrat (misalnya nasi, mie, atau roti) sampai kurang dari 50 % dari jumlah kalori total.

Trigliserida bukan kolesterol melainkan salah satu jenis lemak yang terdapat dalam darah yang dikemas dalam bentuk partikel lipoprotein. Makan makanan yang mengandung lemak akan meningkatkan kadar trigliserida dalam darah dan cenderung meningkatkan kadar kolesterol. Lemak yang berasal dari nabati memang tidak mengandung kolesterol namun mengandung trigliserida yang tinggi contohnya durian, kelapa. Sejumlah faktor dapat mempengaruhi tingginya trigliserida dalam darah seperti kegemukan, makanan berlemak jenuh tinggi, makanan yang tinggi glukosa / karbohidrat serta minuman alkohol. Pada beberapa kasus ditemukan adanya hubungan faktor genetik dan trigliserida yang tinggi untuk menurunkan kadar kolesterol dan trigliserida harus dibarengi dengan perubahan pola makan / memilah-milah jenis makanan.

Trigliserida ini merupakan senyawa hasil kondensasi 1 molekul gliserol dengan 3 molekul asam lemak. Di alam bentuk gliserida yang lain yaitu digliserida dan monogliserida hanya terdapat sangat sedikit pada tanaman. Dalam dunia perdagangan lebih banyak dikenal digliserida dan monogliserida yang dibuat dengan sengaja dari hidrolisa tidak lengkap trigliserida dan banyak dipakai dalam teknologi makanan misalnya sebagai bahan pengemulsi, penstabil dan lain-lain keperluan.

### Rasio Kolesterol

Yang dimaksud dengan Rasio Kolesterol (Cholesterol Ratio) adalah perbandingan dari kolesterol total dibagi dengan kolesterol HDL. Misalnya bila kolesterol total anda 200 mg/dl, kolesterol HDL 50 mg/dl, maka Rasio Kolesterol adalah  $200 : 50 = 4 : 1$ . Upayakan Rasio selalu di bawah  $5 : 1$ , rasio yang optimal adalah  $3.5 : 1$ .

### Kolesterol pada Wanita

Umumnya wanita mempunyai kolesterol HDL yang lebih tinggi daripada pria. Hormon estrogen wanita bisa menaikkan HDL, sehingga wanita sebelum menopause jarang kena serangan jantung. Wanita juga lebih banyak yang trigliseridanya tinggi. Makin tua dan makin gemuk, menyebabkan kolesterol dan trigliseridanya makin tinggi pula. Sebenarnya proses penebalan pembuluh darah atau arteriosklerosis dimulai dari kolesterol yang tinggi pada masa anak. Oleh karena itu, upayakan kolesterol darah di bawah 170 mg/dl dan kolesterol LDL paling tinggi 110 mg/dl untuk anak dan remaja. Ambang batas trigliserida dalam darah sbb :

1. Kadar yang normal : maksimal 150 mg / dl
2. kadar ambang batas tinggi : antara 151 - 250 mg /dl
3. Kadar trigliserida tinggi : 251 - 400 mg / dl
4. Kadar trigliserida amat tinggi : 401 mg / dl atau lebih

### Struktur kimia trigliserida

Contoh trigliserida lemak tak jenuh. Bagian kiri: gliserol, bagian kanan (dari atas ke bawah): asam palmitat, asam oleat, asam alfa-linolenat, rumus kimia:  $C_{55}H_{98}O_6$ . Trigliserida (atau lebih tepatnya triasilgliserol atau triasilgliserida) adalah sebuah gliserida, yaitu ester dari gliserol dan tiga asam lemak.<sup>[1]</sup> Trigliserida merupakan penyusun utama minyak nabati dan lemak hewani.

Rumus kimia trigliserida adalah  $CH_2COOR-CHCOOR'-CH_2-COOR''$ , dimana R, R' dan R'' masing-masing adalah sebuah rantai alkil yang panjang. Ketiga *asam lemak* RCOOH, R'COOH and R''COOH bisa jadi semuanya sama, semuanya berbeda ataupun hanya dua diantaranya yang sama.

Panjang rantai asam lemak pada trigliserida yang terdapat secara alami dapat bervariasi, namun panjang yang paling umum adalah 16, 18, atau 20 atom karbon. Asam lemak alami yang ditemukan pada tumbuhan dan hewan biasanya terdiri dari jumlah atom karbon yang genap disebabkan cara asam lemak dibiosintesis dari asetil-KoA. Sekalipun begitu, bakteri memiliki kemampuan untuk menyintesis asam lemak dengan atom karbon ganjil ataupun rantai bercabang. Karena itu, hewan memamah biak biasanya memiliki asam lemak berkarbon ganjil, misalnya 15, karena aksi bakteri di dalam rumennya.

Kebanyakan lemak alami memiliki campuran kompleks dari berbagai macam trigliserida; karena ini, lemak mencair pada suhu yang berbeda-beda. Lemak seperti mentega koko hanya terdiri dari beberapa trigliserida, salah satunya mengandung berturut-turut palmitat, oleat, dan stearat. Hal ini menyebabkan terjadinya titik lebur yang tajam, yang menyebabkan coklat meleleh dalam mulut tanpa terasa berminyak. Pada sel, trigliserida (atau lemak netral) dapat melalui membran sel dengan bebas, tidak seperti molekul lainnya, karena karakteristiknya yang non-polar sehingga tidak bereaksi dengan lapisan ganda fosfolipid pada membran.

### **Mengurangi Kolesterol Dalam Makanan**

Pilih minyak nabati seperti minyak jagung atau minyak soya (kedelai) daripada minyak hewani. Baca label yang tertera pada minyak sayur (vegetable oil), pilih yang mengandung terutama lemak tak jenuh rantai tunggal atau jamak. Gantikan daging dengan tahu, kacang, atau sayuran. Pilih daging kurus, daripada daging sosis atau luncheon meat (daging kaleng). Buang lemak pada daging, dan pisahkan kulit dari ayam dan bebek. Banyak makanan sayuran termasuk tahu dan kacang, daripada banyak daging. Pakai margarin tak jenuh daripada butter. Pilih susu rendah lemak (low fat) daripada susu fullcream. Untuk orang dewasa sehat, telur dibatasi 2-3 butir seminggu, untuk anak dan remaja, bisa sampai 6-7 telur per minggu. Untuk yang punya kolesterol tinggi, telur harus dibatasi hanya 1-2 per minggu Kurangi masak dengan cara menggoreng, lebih baik mengukus, rebus, bakar, atau panggang. Batasi konsumsi makanan goreng yang kaya lemak hanya 2 kali per minggu. Hindari makanan babi, kambing, jeroan, atau yang banyak mengandung lemak. Batasi makanan udang, kepiting, atau kerang. Jauhi

kue yang banyak krim atau minyak. Carilah buah segar tiap hari. Banyak mengonsumsi makanan kaya serat seperti sayur, buah, padi-padian, dan kacang-kacangan. Makanan daging, ikan, udang, telur, dan susu sama sekali tidak mengandung serat.

### **Aktivitas Pembelajaran**

1. Kuliah pengantar
2. Tutorial/Diskusi

### **Evaluasi Diri**

1. Sebutkan dan jelaskan klasifikasi lemak
2. Jelaskan fungsi lemak bagi tubuh
3. Jelaskan proses metabolisme lemak
4. Jelaskan perhitungan kebutuhan lemak dan sumber-sumber lemak
5. Jelaskan tentang akibat kelebihan dan kekurangan lemak

## Protein

### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan pengertian, struktur dan ciri karbohidrat
2. Menjelaskan pengklasifikasian karbohidrat
3. Menjelaskan fungsi karbohidrat
4. Menjelaskan proses metabolisme karbohidrat
5. Menghitung kebutuhan karbohidrat
6. Menyebutkan sumber-sumber karbohidrat
7. Menjelaskan defisiensi karbohidrat

### Ringkasan

Kuliah mengenai karbohidrat ini akan membahas pengertian, struktur dan ciri protein; fungsi protein serta pengklasifikasian protein. Akan dibahas pula proses metabolisme protein antara lain proses pencernaan, penyerapan, transportasi, utilisasi serta ekskresi protein. Selain itu akan diberikan metode menghitung kebutuhan protein serta sumber-sumber protein. Pada sesi akhir kuliah akan dibahas mengenai dampak kelebihan dan kekurangan protein.

Protein merupakan salah satu kelompok bahan makronutrien yang dapat menghasilkan energy seperti halnya karbohidrat dan lemak, tetapi peran yang sangat penting adalah dalam pembentukan biomolekul. Namun demikian apabila organisme kekurangan energi, maka protein ini terpaksa dipaki sebagai sumber energi. 1 gram protein akan menghasilkan energi sebesar 4 Kkal

Protein merupakan salah satu dari biomolekul raksasa selain polisakarida, lipid dan polinukleotida yang merupakan penyusun utama makhluk hidup. Protein adalah senyawa organik kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan polimer dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida. Molekul protein itu sendiri mengandung karbon, hidrogen, oksigen, nitroge dan kadang kala sulfur serta fosfor.

**Struktur protein ada 4 tingkatan yaitu :**

1. **Struktur primer** menunjukkan jumlah, jenis dan urutan asam amino dalam molekul protein (rentetan asam amino dalam suatu molekul protein)
2. **Struktur sekunder** menunjukkan banyak sifat suatu protein, ditentukan oleh orientasi molekul sebagai suatu keseluruhan, bentuk suatu molekul protein (misalnya spiral) dan penataan ruang kerangkanya (ikatan hidrogen antara gugus N-H, salah satu residu asam amino dengan gugus karbonil C=O residu asam yang lain)
3. **Struktur tersier** menunjukkan keadaan kecenderungan polipeptida membentuk lipatan tali gabungan (interaksi lebih lanjut seperti terlipatnya kerangka untuk membentuk suatu bulatan)
4. **Struktur kuartener** menunjukkan derajat persekutuan unit-unit protein.

Ditinjau dari strukturnya, protein dapat dibagi dalam 2 golongan yaitu:

1. **Protein sederhana** yang merupakan protein yang hanya terdiri atas molekul-molekul asam amino
2. **Protein gabungan** yang merupakan protein yang terdiri atas protein dan gugus bukan protein. Gugus ini disebut gugus prostetik dan terdiri atas karbohidrat, lipid atau asam nukleat.

Protein sederhana menurut bentuk molekulnya dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu:

1. **Protein fiber.**

Molekul protein ini terdiri atas beberapa rantai polipeptida yang memanjang dan dihubungkan satu sama lain oleh beberapa ikatan silang hingga merupakan bentuk serat atau serabut yang stabil. Protein fiber tidak larut dalam pelarut-pelarut encer, baik larutan garam, asam, basa ataupun alkohol. Berat molekulnya yang besar belum dapat ditentukan dengan pasti dan sukar dimurnikan. Kegunaan protein ini hanya untuk membentuk struktur jaringan dan bahan, contohnya adalah keratin pada rambut.

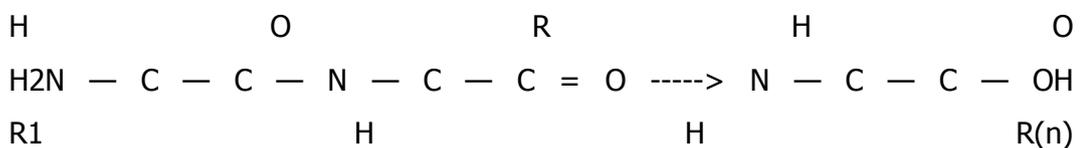
2. **Protein globular.**

Protein globular pada umumnya berbentuk bulat atau elips dan terdiri atas rantai polipeptida yang terlibat. Protein globular/speroprotein berbentuk bola, protein ini larut dalam larutan garam dan asam encer, juga lebih mudah berubah di bawah pengaruh suhu, konsentrasi asam dan asam encer. Protein ini mudah terdenaturasi. Banyak terdapat pada susu, telur dan daging.

Protein ditemukan dalam seluruh makhluk hidup mulai dari virus sampai manusia. Ada puluhan ribu macam protein berbeda, yang tersebar diberbagai makhluk hidup tersebut. Meskipun demikian diperlukan hanya 20 jenis asam amino saja untuk menyusun berbagai macam protein tersebut. Tumbuhan dan bakteri dapat membuat sendiri bahan penyusun protein yaitu asam amino, dari nitrogen organik, akan tetapi binatang dan manusia memerlukan sebagian asam amino yang sudah jadi untuk membentuk protein. Asam Amino yang diperlukan tubuh dapat dibagi menjadi dua (2) kelompok, yaitu:

1. Asam amino essensial, yaitu asam amino yang mutlak harus ada dalam makanan, karena tidak dapat dibentuk oleh tubuh. Asam amino tersebut adalah Triptofan, Fenilalanin, Lisin, Treonin, Valin, Metionin, Leusia, Isoleusin, Arginin, dan Histidin.

2. Asam amino non essensial, yaitu asam amino yang dapat dibentuk oleh tubuh. Rumus umum protein adalah:



- NH<sub>2</sub> : gugus amino

- CO - : gugus karboksil

- CO - NH - : ikatan peptida

- R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, dan R<sub>n</sub> : rantai samping asam-asam amino pembentuk protein

Secara Kimia, protein dibagi menjadi dua (2) jenis:

1. Protein Sederhana

Protein ini bila dihidrolisis hanya menghasilkan asam amino alfa atau turunannya.

Contoh: albumin dan globulin

2. Protein Terkonjugasi

Protein dapat dihidrolisis menjadi asam amino:

a. Dengan asam kuat, misalnya HCl atau H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, disertai dengan pemanasan, atau

- b. Dengan basa, atau
- c. Dengan enzim proteolitik, seperti pepsin, tripsin atau papain.

**Struktur protein:**

Asam-asam amino dalam molekul protein dihubungkan oleh ikatan peptida menjadi polipeptida yang membentuk struktur primer. Rangkaian asam-asam amino dalam polipeptida berinteraksi satu sama lain, sehingga rangkaian tersebut mengambil bentuk tertentu yang dapat berupa kumparan (heliks), gelombang atau sulur tidak beraturan. Struktur tersebut dinamakan struktur sekunder. Secara keseluruhan suatu protein atau polipeptida mempunyai bentuk tiga dimensi tertentu yang dinamakan struktur tersier. Suatu protein mempunyai struktur tersier berbeda-beda sesuai kondisi lingkungan. Hanya dalam kondisi fisiologis struktur tersier ini mengambil bentuk tertentu yang mendukung fungsi protein tersebut. Secara garis besar, struktur tersier ada dua (2) macam, yaitu yang lebih kurang berbentuk bola (globuler) dan yang berupa serat (fibriler) Fungsi protein ditentukan oleh struktur tersier yang tepat (fisiologis). Fungsi tersebut sangat rentan terhadap perubahan lingkungan, seperti keasaman (pH) dan suhu ekstrim. Selain itu, fungsi protein juga hilang oleh adanya logam berat seperti Pb, Cd, dan Hg.

Umumnya fungsi protein adalah:

1. Sebagai Katalis dan dinamakan enzim
2. Sebagai alat pertahanan tubuh seperti imunoglobulin (antibodi)
3. Sebagai alat pembawa senyawa lain (transport), seperti Hb (untuk oksigen), transferin (untuk besi) atau lipoprotein (untuk lemak)
4. Sebagai pembawa isyarat dari sel lain, seperti hormon FSH, LH, hCG
5. Sebagai penggumpal darah pada luka, seperti fibronogen
6. Sebagai cadangan asam amino, seperti albumin
7. Sebagai penerima isyarat dari luar, seperti reseptor hormon dalam sel
8. Sebagai pengatur kegiatan inti sel

Didalam air, protein larut dalam bentuk larutan koloid. Untuk itu sangat diperlukan interaksi antara berbagai gugus R dari asam-asam amino dalam protein dengan molekul air. Semua keadaan yang menyebabkan tertariknya air yang mengelilingi molekul protein ini sangat mengurangi kelarutan protein.

### **Ciri-ciri Protein**

Protein diperkenalkan sebagai molekul makro pemberi keterangan, karena urutan asam amino dari protein tertentu mencerminkan keterangan genetik yang terkandung dalam urutan basa dari bagian yang bersangkutan dalam DNA yang mengarahkan biosintesis protein.

Tiap jenis protein ditandai ciri-cirinya oleh:

1. Susunan kimia yang khas

Setiap protein individual merupakan senyawa murni

2. Bobot molekular yang khas

Semua molekul dalam suatu contoh tertentu dari protein murni mempunyai bobot molekular yang sama. Karena molekulnya yang besar maka protein mudah sekali mengalami perubahan fisik ataupun aktivitas biologisnya.

3. Urutan asam amino yang khas

Urutan asam amino dari protein tertentu adalah terinci secara genetik. Akan tetapi, perubahan-perubahan kecil dalam urutan asam amino dari protein tertentu (Page, D.S. 1997)

### **Fungsi dan Peranan Protein**

Protein memegang peranan penting dalam berbagai proses biologi. Peran-peran tersebut antara lain:

1. Katalisis enzimatik

Hampir semua reaksi kimia dalam sistem biologi dikatalisis oleh enzim dan hampir semua enzim adalah protein.

2. Transportasi dan penyimpanan

Berbagai molekul kecil dan ion-ion ditransport oleh protein spesifik. Misalnya transportasi oksigen di dalam eritrosit oleh hemoglobin dan transportasi oksigen di dalam otot oleh mioglobin.

3. Koordinasi gerak

Kontraksi otot dapat terjadi karena pergeseran dua filamen protein. Contoh lainnya adalah pergerakan kromosom saat proses mitosis dan pergerakan sperma oleh flagela.

4. Penunjang mekanis

Ketegangan kulit dan tulang disebabkan oleh kolagen yang merupakan protein fibrosa.

#### 5. Proteksi imun

Antibodi merupakan protein yang sangat spesifik dan dapat mengenal serta berkombinasi dengan benda asing seperti virus, bakteri dan sel dari organisme lain.

#### 6. Membangkitkan dan menghantarkan impuls saraf

Respon sel saraf terhadap rangsang spesifik diperantarai oleh protein reseptor. Misalnya rodopsin adalah protein yang sensitive terhadap cahaya yang ditemukan pada sel batang retina. Contoh lainnya adalah protein reseptor pada sinapsis.

#### 7. Pengaturan pertumbuhan dan diferensiasi

Pada organisme tingkat tinggi, pertumbuhan dan diferensiasi diatur oleh protein faktor pertumbuhan. Misalnya faktor pertumbuhan saraf mengendalikan pertumbuhan jaringan saraf. Selain itu, banyak hormon merupakan protein (Santoso, H. 2008).

### **Jenis-jenis Protein**

- a. Kolagen, protein struktur yang diperlukan untuk membentuk kulit, tulang dan ikatan tisu.
- b. Antibodi, protein sistem pertahanan yang melindungi badan daripada serangan penyakit.
- c. Dismutase superoxide, protein yang membersihkan darah kita.
- d. Ovulbumin, protein simpanan yang memelihara badan.
- e. Hemoglobin, protein yang berfungsi sebagai pembawa oksigen
- f. Toksin, protein racun yang digunakan untuk membunuh kuman.
- g. Insulin, protein hormon yang mengawal aras glukosa dalam darah.
- h. Tripsin, protein yang mencernakan makanan protein.

### **Sumber Protein**

Protein lengkap yang mengandung semua jenis asam amino esensial, ditemukan dalam daging, ikan, unggas, keju, telur, susu, produk sejenis Quark, tumbuhan berbiji, suku polong-polongan, dan kentang. Protein tidak lengkap

ditemukan dalam sayuran, padi-padian, dan polong-polongan. Sloane, E. 2004. Anatomi dan Fisiologi untuk Pemula. Penerbit Buku Kedokteran EGC: Jakarta. Studi dari Biokimiawan USA Thomas Osborne Lafayette Mendel, Profesor untuk biokimia di Yale, 1914, mengujicobakan protein konsumsi dari daging dan tumbuhan kepada kelinci. Satu grup kelinci-kelinci tersebut diberikan makanan protein hewani, sedangkan grup yang lain diberikan protein nabati. Dari eksperimennya didapati bahwa kelinci yang memperoleh protein hewani lebih cepat bertambah beratnya dari kelinci yang memperoleh protein nabati. Kemudian studi selanjutnya, oleh McCay dari Universitas Berkeley menunjukkan bahwa kelinci yang memperoleh protein nabati, lebih sehat dan hidup dua kali lebih lama.

Kualitas protein didasarkan pada kemampuannya untuk menyediakan nitrogen dan asam amino bagi pertumbuhan, pertahanan dan memperbaiki jaringan tubuh. Secara umum kualitas protein

tergantung pada dua karakteristik berikut:

1. Digestibilitas protein (untuk dapat digunakan oleh tubuh, asam amino harus dilepaskan dari komponen lain makanan dan dibuat agar dapat diabsorpsi. Jika komponen yang tidak dapat dicerna mencegah proses ini asam amino yang penting hilang bersama feses).
2. Komposisi asam amino seluruh asam amino yang digunakan dalam sintesis protein tubuh harus tersedia pada saat yang sama agar jaringan yang baru dapat terbentuk. dengan demikian makanan harus menyediakan setiap asam amino dalam jumlah yang mencukupi untuk membentuk asam amino lain yang dibutuhkan.

**Faktor yang mempengaruhi kebutuhan protein:**

a. Perkembang jaringan

Periode dimana perkembangn terjadi dengan cepat seperti pada masa janin dan kehamilan membutuhkan lebih banyak protein.

b. Kualitas protein

Kebutuhan protein dipengaruhi oleh kualitas protein makanan pola as.aminonya. Tidak ada rekomendasi khusus untuk orang-orang yang mengonsumsi protein hewani bersama protein nabati. Bagi mereka yang tidak mengonsumsi protein

hewani dianjurkan untuk memperbanyak konsumsi pangan nabatinya untuk kebutuhan asam amino.

c. Digestibilitas protein

Ketersediaan as.amino dipengaruhi oleh persiapan makanan. Panas menyebabkan ikatan kimia antara gula dan as.amino yang membentuk ikatan yang tidak dapat dicerna. Digestibilitas dan absorpsi dipengaruhi oleh jarak antara waktu makan, dengan interval yang lebih panjang akan menurunkan persaingan dari enzim yang tersedia dan tempat absorpsi.

d. Kandungan energi dari makanan

Jumlah yang mencukupi dari karbohidrat harus tersedia untuk mencukupi kebutuhan energi sehingga protein dapat digunakan hanya untuk pembagunan jaringan. Karbohidrat juga mendukung sintesis protein dengan merangsang pelepasan insulin.

e. Status kesehatan

Dapat meningkatkan kebutuhan energi karena meningkatnya katabolisme. Setelah trauma atau operasi asam amino dibutuhkan untuk pembentukan jaringan, penyembuhan luka dan produksi faktor imunitas untuk melawan infeksi (Anonim. 2007).

B. Penggolongan Protein

Protein adalah molekul yang sangat vital untuk organisme dan terdapat di semua sel. Protein merupakan polimer yang disusun oleh 20 macam asam amino standar. Rantai asam amino dihubungkan dengan ikatan kovalen yang spesifik. Struktur & fungsi ditentukan oleh kombinasi, jumlah dan urutan asam amino sedangkan sifat fisik dan kimiawi dipengaruhi oleh asam amino penyusunnya.

Penggolongan protein dibedakan menjadi beberapa macam, antara lain:

*1. Berdasarkan struktur molekulnya*

Struktur protein terdiri dari empat macam :

a. Struktur primer (struktur utama)

Struktur ini terdiri dari asam-asam amino yang dihubungkan satu sama lain secara kovalen melalui ikatan peptida.

b. Struktur sekunder

Protein sudah mengalami interaksi intermolekul, melalui rantai samping asam amino. Ikatan yang membentuk struktur ini, didominasi oleh ikatan hidrogen

antar rantai samping yang membentuk pola tertentu bergantung pada orientasi ikatan hidrogennya. Ada dua jenis struktur sekunder, yaitu:  $\alpha$ -heliks dan  $\beta$ -sheet.

c. Struktur Tersier

Terbentuk karena adanya pelipatan membentuk struktur yang kompleks. Pelipatan distabilkan oleh ikatan hidrogen, ikatan disulfida, interaksi ionik, ikatan hidrofobik, ikatan hidrofilik.

d. Struktur Kuartener

Terbentuk dari beberapa bentuk tersier, dengan kata lain multi sub unit. Interaksi intermolekul antar sub unit protein ini membentuk struktur keempat/kuartener

## 2. Berdasarkan Bentuk dan Sifat Fisik

a) Protein globular

Terdiri dari polipeptida yang bergabung satu sama lain (berlipat rapat) membentuk bulat padat. Misalnya enzim, albumin, globulin, protamin. Protein ini larut dalam air, asam, basa, dan etanol.

b) Protein serabut (fibrous protein)

Terdiri dari peptida berantai panjang dan berupa serat-serat yang tersusun memanjang, dan memberikan peran struktural atau pelindung. Misalnya fibroin pada sutera dan keratin pada rambut dan bulu domba. Protein ini tidak larut dalam air, asam, basa, maupun etanol.

c) Berdasarkan Fungsi Biologi

Pembagian protein didasarkan pada fungsinya di dalam tubuh, antara lain:

- a. Enzim (ribonuklease, tripsin)
- b. Protein transport (hemoglobin, mioglobin, serum, albumin)
- c. Protein nutrisi dan penyimpan (gliadin/gandum, ovalbumin/telur, kasein/susu, feritin/jaringan hewan)
- d. Protein kontraktile (aktin dan tubulin)
- e. Protein Struktural (kolagen, keratin, fibrin)
- f. Protein Pertahanan (antibodi, fibrinogen dan trombin, bisa ular)
- g. Protein Pengatur (hormon insulin dan hormon paratiroid)

4. Berdasarkan Daya Larutnya

a. Albumin

Larut air, mengendap dengan garam konsentrasi tinggi. Misalnya albumin telur dan albumin serum

b. Globulin Glutelin

Tidak larut dalam larutan netral, larut asam dan basa encer. Glutenin (gandum), orizenin (padi).

c. Gliadin (prolamin)

Larut etanol 70-80%, tidak larut air dan etanol 100%. Gliadin/gandum, zein/jagung

d. Histon

Bersifat basa, cenderung berikatan dengan asam nukleat di dalam sel. Globin bereaksi dengan heme (senyawa asam menjadi hemoglobin). Tidak larut air, garam encer dan pekat (jenuh 30- 50%). Misalnya globulin serum dan globulin telur.

e. Protamin

Larut dalam air dan bersifat basa, dapat berikatan dengan asam nukleat menjadi nukleoprotamin (sperma ikan). Contohnya salmin

f. Protein Majemuk

Adalah protein yang mengandung senyawa bukan hanya protein

1. Fosfoprotein

Protein yang mengandung fosfor, misalnya kasein pada susu, vitelin pada kuning telur

2. Kromoprotein

Protein berpigmen, misalnya asam askorbat oksidase mengandung Cu

3. Fosfoprotein

Protein yang mengandung fosfor, misalnya kasein pada susu, vitelin pada kuning telur

4. Kromoprotein

Protein berpigmen, misalnya asam askorbat oksidase mengandung Cu

5. Protein Koenzim

Misalnya NAD<sup>+</sup>, FMN, FAD dan NADP<sup>+</sup>

6. Protein Koenzim

Misalnya NAD<sup>+</sup>, FMN, FAD dan NADP<sup>+</sup>

7. Lipoprotein

Mengandung asam lemak, lesitin

8. Metaloprotein

Mengandung unsur-unsur anorganik (Fe, Co, Mn, Zn, Cu, Mg dsb)

9. Glikoprotein

Gugus prostetik karbohidrat, misalnya musin (pada air liur), oskomukoid (pada tulang)

10. Nukleoprotein

Protein dan asam nukleat berhubungan (berikatan valensi sekunder) misalnya pada jasad renik

Analisis protein dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu ; Secara kualitatif terdiri atas ; reaksi Ninhidrin, reaksi Biuret, reaksi Millon, reaksi Uji Penetralkan Titik Isoelektrik, reaksi Xantoprotein, Reaksi Hopkins-Cole, Reaksi Natriumnitroprusida, dan Reaksi Sakaguchi. Secara kuantitatif terdiri dari ; metode Kjeldahl.

### **Analisa Kualitatif**

#### **1. Reaksi Ninhidrin**

Ninhidrin beraksi dengan asam amino bebas dan protein menghasilkan warna biru. Reaksi ini termasuk yang paling umum dilakukan untuk analisis kualitatif protein dan produk hasil hidrolisisnya. Reaksi ninhidrin dapat pula dilakukan terhadap urin untuk mengetahui adanya asam amino atau untuk mengetahui adanya pelepasan protein oleh cairan tubuh.

#### **2. Reaksi Biuret**

Bila larutan protein dalam suasana basa kuat direaksikan dengan larutan CuSO<sub>4</sub> pekat, akan dihasilkan warna ungu. Warna yang dihasilkan dari reaksi tersebut disebabkan oleh ikatan koordinasi antara ion Cu<sup>2+</sup> dengan pasangan elektron bebas dari N yang berasal dari protein dan pasangan elektron bebas dari O molekul air. Reaksi ini tidak berlaku untuk peptida.

#### **3. Reaksi Uji Millon untuk Tirosin**

Reagen Millon adalah larutan asam nitrat yang mengandung raksa (I) nitrat dan raksa (II) nitrat. Bila reagen millon dicampurkan dengan larutan yang

mengandung protein akan terbentuk endapan putih yang akan berubah merah bila dipanaskan.

#### **4. Uji Penetralkan Titik Isoelektrik**

Titik isoelektrik adalah daerah pH tertentu dimana protein mempunyai selisih muatan, sehingga tidak bergerak dalam muatan listrik.

#### **5. Reaksi Xantoprotein**

Larutan asam nitrat pekat ditambahkan dengan hati-hati ke dalam larutan protein. Setelah dicampur terjadi endapan putih yang dapat berubah menjadi kuning apabila dipanaskan. Reaksi yang terjadi ialah nitrasi pada inti benzena yang terdapat pada molekul protein. Reaksi ini positif untuk protein yang mengandung tirosin, fenilalanin dan triptofan.

#### **6. Reaksi Hopkins-Cole**

Larutan protein yang mengandung triptofan dapat direaksikan dengan pereaksi Hopkins-Cole yang mengandung asam glioksilat. Pereaksi ini dibuat dari asam oksalat dengan serbuk magnesium dalam air. Setelah dicampur dengan pereaksi Hopkins-Cole, asam sulfat dituangkan perlahan-lahan sehingga membentuk lapisan di bawah larutan protein. Beberapa saat kemudian akan terjadi cincin ungu pada batas antara kedua lapisan tersebut.

#### **7. Reaksi Natriumnitroprusida**

Natriumnitroprusida dalam larutan amoniak akan menghasilkan warna merah dengan protein yang mempunyai gugus -SH bebas. Jadi protein yang mengandung sistein dapat memberikan hasil positif.

#### **8. Reaksi Sakaguchi**

Pereaksi yang digunakan ialah naftol dan natriumhipobromit. Pada dasarnya reaksi ini memberikan hasil positif apabila ada gugus guanidin. Jadi arginin atau protein yang mengandung arginin dapat menghasilkan warna merah.

#### **Analisa Kuantitatif**

Analisis protein dapat digolongkan menjadi dua metode, yaitu: Metode konvensional, yaitu metode Kjeldahl (terdiri dari destruksi, destilasi, titrasi), titrasi formol. Digunakan untuk protein tidak terlarut.

Metode modern, yaitu metode Lowry, metode spektrofotometri visible, metode spektrofotometri UV. Digunakan untuk protein terlarut.

### **1. Metode Kjeldahl**

Metode ini merupakan metode yang sederhana untuk penetapan nitrogen total pada asam amino, protein, dan senyawa yang mengandung nitrogen. Sampel didestruksi dengan asam sulfat dan dikatalisis dengan katalisator yang sesuai sehingga akan menghasilkan amonium sulfat. Setelah pembebasan alkali dengan kuat, amonia yang terbentuk disuling uap secara kuantitatif ke dalam larutan penyerap dan ditetapkan secara titrasi.

### **Aktivitas Pembelajaran**

1. Kuliah pengantar
2. Tutorial/Diskusi

### **Evaluasi Diri**

1. Sebutkan dan jelaskan klasifikasi protein
2. Jelaskan fungsi protein
3. Jelaskan proses metabolisme protein
4. Jelaskan perhitungan kebutuhan protein dan sumber-sumber protein
5. Jelaskan tentang akibat kelebihan dan kekurangan protein

## Bahan Tambahan Pangan

### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan proses pengawetan makanan secara alami dan buatan
2. Menjelaskan jenis-jenis bahan pengawet alami dan sintetis
3. Menjelaskan bahaya bahan tambahan pangan (BTP)

### Ringkasan

Pertemuan kuliah ini akan membahas proses pengawetan makanan secara alami dan buatan, jenis-jenis bahan pengawet alami dan sintetis serta bahaya bahan tambahan pangan (BTP)

#### 1 Sakarin

##### A. Pengertian

Sakarin yang dikenal antara lain dengan nama 0--sulfon-benzoic imide pertama kali ditemukan oleh Remsen pada tahun 1879. Sakarin adalah zat pemanis buatan yang dibuat dari garam natrium dari asam sakarin terbentuk bubuk putih, tidak berbau dan sangat manis.

Pemanis buatan ini mempunyai tingkat kemanisan 550 kali gula biasa. Oleh karena itu sangat populer dipakai sebagai bahan pengganti gula.

Dalam perdagangan dikenal dengan nama Gucide, Glucid, Garantose, Saccharimol, Saccharol, dan Sykosa. Harga sakarin paling murah dibanding dengan pemanis buatan lainnya. Sakarin dapat menghemat biaya produksi. Harga pemanis buatan jauh lebih murah dibandingkan dengan gula asli. Pemanis buatan hanya sedikit ditambahkan untuk memperoleh rasa manis yang kuat.

Tak dapat diragukan bahwa sebagian besar orang "manis" merupakan suatu rasa yang mempunyai daya tarik sendiri. Selanjutnya daya tarik yang manis itu akan terus meningkat, seperti ungkapan umum "lebih manis, lebih menarik". Kecenderungan ini pun untuk seorang anak bahkan orang dewasa sekalipun dapat merupakan kecanduan, artinya kecanduan makanan yang manis akan terus bertambah, jika tidak kita sendiri yang membatasinya. Hal ini

terutama jika sejak bayi, makanan tambahan yang dikenal pertama telah diberi bahan pemanis.

Sejauh ini, bahan pemanis utama yang digunakan manusia adalah "gula", kemudian selanjutnya berkembang bahan-bahan pemanis buatan selain gula. Dengan bahan pemanis ini banyak orang yang menggunakannya sebagai hadiah bagi anak-anak untuk suatu prestasi tertentu atau sebagai ungkapan rasa cinta. Hal ini selanjutnya dimanfaatkan oleh para industriawan yang khususnya bergerak dalam bidang makanan bergula (confectionery) seperti permen, coklat, minuman, dan kue-kue. Mereka menghubungkan segi iklan (promosinya) antara "kemanisan" dengan cinta, keberuntungan, pengertian, kemudahan dan berbagai daya tarik yang menyebabkan kita lebih terpicu dengan produk-produk berkadar gula tinggi tersebut.

Bahan pemanis buatan adalah bahan pemanis yang dihasilkan melalui reaksi-reaksi kimia organik di laboratorium atau dalam skala industri, boleh juga dikatakan diperoleh secara sintesis dan tidak menghasilkan kalori seperti halnya bahan pengganti gula. Kebanyakan bahan pemanis itu campuran dari sakarin dan siklamat. Organisasi Pangan Dunia (WHO) telah menetapkan batas-batas yang disebut ADI value (kebutuhan per orang tiap harinya), yaitu sejumlah yang dapat dikonsumsi tanpa menimbulkan resiko. Nilai ini untuk orang dewasa tidak terlalu banyak berarti, tetapi bagi anak-anak relatif menimbulkan kepekaan yang besar. Untuk sakarin batas tersebut adalah 5 mg per berat badan, adapun untuk siklamat 11 mg per kg berat badan, artinya jika 1 tablet mengandung 16,5 mg sakarin atau 70 mg siklamat, maka untuk seorang yang berat badan 70 kg jumlah yang disarankan untuk dikonsumsi per hari tidak lebih dari 21 tablet sakarin atau 11 tablet siklamat.

Telah diketahui tubuh manusia atau hewan terdiri dari alat tubuh dan jaringan. Alat tubuh atau jaringan tersebut tersusun dari unit-unit yang sangat kecil, yang disebut sel. Sel-sel ini mempunyai fungsi yang berlainan, akan tetapi mereka memperbanyak jumlahnya dengan cara pembelahan yang sama. Dalam keadaan normal, proses pembelahan itu diatur sedemikian rupa sehingga jumlah sel tubuh yang dibentuk adalah sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan untuk menggantikan sel-sel yang sudah usang atau mati, agar bentuk alat tubuh atau jaringan tersebut tetap tersusun dalam proporsi yang seimbang dan serasi.

Bilaman proses pembelahan sel itu menyimpang dan tidak dapat dikendalikan, akan menimbulkan pertumbuhan yang abnormal. Pertumbuhan abnormal tersebut disebut neoplasia atau tumbuh ganda. Penyebab atau factor-faktor penyelewengan proses pembelahan sel itu banayk macamnya, diantaranya yang sekarang sering diperbiuncangkan ialah yang disebabkan oleh bahan-bahan bersifat kimia dan miktotoksi.

### **B.Struktur Kimia dan Rasa**

Perubahan yang kecil dalam struktur kimia dapat merubah rasa dari senyawa tersebut, misalnya rasa manis menjadi pahit atau hambar. Contoh: efek substitusi dari sakarin (sakarin 500 kali lebih manis dari gula), penambahan gugus nitro pada posisi meta akan membuat senyawa menjadi sangat pahit, substitusi gugus metal pada amino menghasilkan senyawa yang hambar, sedangkan sakarin dalam konsentrasi yang tinggi cenderung memberikan rasa pahit.

### **C.Bahaya Penggunaan Sakarin yang Berlebihan**

Pemanis buatan banyak menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia diantaranya. Yaitu: migrain dan sakit kepala, kehilangan daya ingat, bingung, insomnia, iritasi, asma, hipertensi, diare, sakit perut, alergi, impotensi dan gangguan seksual, kebotakan, kanker otak, dan kanker kantung kemih.

Tikus-tikus percobaan yang diberi makan 5% sakarin selama lebih dari 2 tahun, menunjukkan kanker mukosa kandung kemih (dosisnya kira-kira setara 175 gram sakarin sehari untuk orang dewasa seumur hidup). Sekalipun hasil penelitian ini masih kontroversial, namun kebanyakan para epidemiolog dan peneliti berpendapat, sakarin memang meningkatkan derajat kejadian kanker kandung kemih pada manusia kira-kira 60% lebih tinggi pada para pemakai, khususnya pada kaum laki-laki. Oleh karena itu Food and Drug Administration (FDA), AS menganjurkan untuk membatasi penggunaan sakarin hanya bagi para penderita kencing manis dan obesitas. Dosisnya agar tidak melampaui 1 gram setiap harinya.

Mekanisme Kerja Suatu senyawa untuk dapat digunakan sebagai pemanis,kecuali berasa manis, harus memenuhi beberapa kriteria tertentu, seperti

- (1) larut dan stabil dalam kisaran pH yang luas
- (2) stabil pada kisaran suhu yang luas
- (3) Mempunyai rasa manis dan tidak mempunyai side atau after-taste
- (4) murah, setidaknya-tidaknya tidak melebihi harga gula.

Senyawa yang mempunyai rasa manis strukturnya sangat beragam. Meskipun demikian, senyawa-senyawa tersebut mempunyai feature yang mirip, yaitu memiliki sistem donor/akseptor proton (sistem AHs/Bs) yang cocok dengan sistem reseptor (AHrBr) pada indera perasa manusia.

Sakarin, yang merupakan pemanis tertua, termasuk pemanis yang sangat penting perannya dan biasanya dijual dalam bentuk garam Na atau Ca. Tingkat kemanisan sakarin adalah 300 kali lebih manis daripada gula. Karena tidak mempunyai nilai kalori, sakarin sangat populer digunakan sebagai pemanis makanan diet, baik bagi penderita diabetes maupun untuk pasien lain dengan diet rendah kalori. Pada konsentrasi yang tinggi, sakarin mempunyai after-taste yang pahit. Meskipun hasil pengujian pada hewan percobaan menunjukkan kecenderungan bahwa sakarin menimbulkan efek karsinogenik, tetapi hal ini belum dapat dibuktikan pada manusia. Oleh karena itu, sakarin sampai saat ini masih diijinkan penggunaannya di hampir semua negara.

## **2.2Zat warna**

Suatu zat warna ialah senyawa organik berwarna yang digunakan untuk memberi warna ke suatu objek atau suatu kain. Terdapat banyak sekali senyawa organik berwarna namun hanya beberapa yang sesuai untuk zat warna. Agar dapat digunakan sebagai pewarna, senyawa itu harus tidak luntur.

Suatu kain yang terbuat dari serat polipropilena atau hidrokarbon yang serupa sukar untuk diwarnai karena tidak memiliki gugus fungsional untuk menarik molekul-molekul zat warna. Namun kain ini dapat diwarnai dengan berhasil memasukan suatu kompleks logam-zat warna kedalam polimer itu. Mewarnai kapas ( selulosa) lebih mudah karena ikatan antara gugus hidroksil satuan glukosa dan gugus molekul zat warna akan mengikat zat warna pada kain . serat polipeptida, seperti wol atau sutera, merupakan tekstil yang

paling gampang untuk diwarnai karena meraka mengandung banyak gugus polar yang dapat berantaraksi dengan molekul zat warna.

1. Zat warna langsung

Zat warna yang diaplikasikan langsung ke kain dari dalam suatu larutan air panas. Jika tekstil yang akan diwarnai mempunyai gugus polar, seperti dalam serat polipeptida, maka dengan memasukan suatu zat warna, baik dengan gugus amino maupun dengan suatu gugus asam kuat akan menyebabkan zat warna tidak luntur. Kuning martius adalah suatu zat warna langsung yang lazim. Gugus penol yang asam dalam kuning martius bereaksi dengan rantai sampai yang basa dalam wol dalam sutera.

2. Zat warna tong

Suatu zat warna yang diaplikasikan pada tekstil dalam suatu tong berbentuklarut dan kemudian dibiarkan bereaksi menjadi suatu bentuk yang tak larut. suatu zat warna tong yang lazim seperti *Indigo* diperoleh dari fermentasi suatu tumbuhan *Woad* (*Isatis tinctoria*) di mengandung glukosida indikan, yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa dan indoksil, precursor (zat pendahuluan) yang dari indigo. tekstil direndam dalam campuran fermentasi yang mengandung induksil, kemudian dibiarkan kering diudara. oksidasi indoksil oleh udara menghasilkan idigo yang tidsk larut dan berwarna biru. indigo mengendap dalam bentuk *cis*, yang mengalami isomerisasi sertamerta menjadi isomer-trans.

3. Zat warna mordan

Suatu zat warna yang dibuat tak larut pada suatu tekstil dengan mengkomplekskan atau penyempit (chelation) dengan suatu ioan logam , yang disebut Mordan (mordant: latin :mordere, "menggigit"). mula-mula tekstil iyu diolah dengan suatu garam logam (seperto Al, Cu, Co, atau Cr), kemudian diolah dengan suatu bentuk larut dari zat warna itu. reaksi penyempitan pada permukaan tekstil akan menghasilkan zat warna permanen. Salah satu zat warna mordan tertua ialah alizarin, yang memberikan suatu warna merah-mawar dengan  $Al^{3+}$  dan warna biru dengan  $Ba^{2+}$ .

4. Zat warna azo

Zat warna yang terbesar dan terpenting yang jumlahnya mencapai ribuan. Dalam pewarnaan-azo,mula-mula tekstil itu dibasahi dengan senyawa aromatic yang teraktifkan terhadap substitusi elektrofilik,kemudian diolah dengan suatu garam diazonium untuk membentuk zat warna.

#### **A. Zat warna pada makanan**

Makanan adalah salah satu kebutuhan manusia.dalam kehidupan sehari-hari manusia tidak terlepas dari makanan. Sebagai kebutuhan dasar , makanan tersebut harus mengandung zat gizi untuk dapat memenuhi fungsinya dan aman dikonsumsi karena makanan yang tidak aman dapat menimbulkan gangguan kesehatan bahkan keracunan (Moehji, 1992).

Aneka produk makanan dan minuman yang berwarna-warni tampil semakin menarik.Warna-warni pewarna membuat aneka produk makanan mampu mengundang selera.Meski begitu, konsumen harus berhati-hati.Pasalnya, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) kerap menemukan produk makanan yang menggunakan pewarna tekstil.

Di era modern, bahan pewarna tampaknya sudah tidak bisa dipisahkan dari berbagai jenis makanan dan minuman olahan.Produsen pun berlomba-lomba untuk menarik perhatian para konsumen dengan menambahkan pewarna pada makanan dan minuman.

Bahan pewarna yang sering digunakan dalam makanan olahan terdiri dari pewarna sintetis (buatan) dan pewarna natural (alami).Pewarna sintetis terbuat dari bahan-bahan kimia, seperti tartrazin untuk warna kuning atau allura red untuk warna merah.

Kadang-kadang pengusaha yang nakal menggunakan pewarna bukan makanan (non food grade) untuk memberikan warna pada makanan.Demi mengeruk keuntungan, mereka menggunakan pewarna tekstil untuk makanan.Ada yang menggunakan Rhodamin B pewarna tekstil untuk mewarnai terasi, kerupuk dan minuman sirup.Padahal, penggunaan pewarna jenis itu dilarang keras, karena bisa menimbulkan kanker dan penyakit-penyakit lainnya. Pewarna sintetis yang boleh digunakan untuk makanan (food grade) pun harus dibatasi penggunaannya. Karena pada dasarnya, setiap benda sintetis yang masuk ke dalam tubuh akan menimbulkan efek.

Beberapa negara maju, seperti Eropa dan Jepang telah melarang penggunaan pewarna sintetis seperti pewarna tartrazine. Mereka lebih merekomendasikan pewarna alami, seperti beta karoten. Meski begitu, pewarna sintetis masih sangat diminati oleh para produsen makanan. Alasannya, harga pewarna sintetis jauh lebih murah dibandingkan dengan pewarna alami. Selain itu, pewarna sintetis memiliki tingkat stabilitas yang lebih baik, sehingga warnanya tetap cerah meskipun sudah mengalami proses pengolahan dan pemanasan.

Berbeda dengan pewarna sintetis, pewarna alami malah mudah mengalami pemudaran pada saat diolah dan disimpan. Sebenarnya, pewarna alami tidak bebas dari masalah. Menurut Lembaga Pengkajian Pangan Obat-obatan dan Kosmetika Majelis Ulama Indonesia (LPPOM MUI), dari segi kehalalan, pewarna alami justru memiliki titik kritis yang lebih tinggi. Lantaran pewarna natural tidak stabil selama penyimpanan, maka untuk mempertahankan warna agar tetap cerah, sering digunakan bahan pelapis untuk melindunginya dari pengaruh suhu, cahaya, dan kondisi lingkungan.

Bahan pewarna yang memberikan warna merah diekstrak dari sejenis tanaman. Supaya pewarna tersebut stabil maka digunakan gelatin sebagai bahan pelapis melalui sistem mikroenkapsulasi. Pewarna ini sering digunakan pada industri daging dan ikan kaleng. LPPOM MUI menyatakan penggunaan pewarna sintetis yang tidak proporsional dapat menimbulkan masalah kesehatan. Namun penggunaan bahan pewarna alami pun jika tidak dilakukan secara hati-hati dapat menjurus kepada bahan yang haram atau subhat (tak jelas kehalalannya).

Meski demikian, pilihan terbaik tentu saja tetap pewarna alami, karena tidak menimbulkan efek negatif pada tubuh. Perlu diingat kalau penggunaan bahan tambahan seperti pelapis pada pewarna harus dipilih dari bahan-bahan yang halal.

Berdasarkan sumbernya zat pewarna dibagi dalam dua golongan utama yaitu pewarna alami dan pewarna buatan.

## **B. Pewarna Alami**

Adalah zat warna alami (pigmen) yang diperoleh dari tumbuhan, hewan, atau dari sumber-sumber mineral. Zat warna ini telah digunakan sejak dulu dan umumnya dianggap lebih aman daripada zat warna sintetis, seperti annato

sebagai sumber warna kuning alamiah bagi berbagai jenis makanan begitu juga karoten dan klorofil. Dalam daftar FDA pewarna alami dan pewarna identik alami tergolong dalam "uncertified color additives" karena tidak memerlukan sertifikat kemurnian kimiawi.

Keterbatasan pewarna alami adalah seringkali memberikan rasa dan flavor khas yang tidak diinginkan, konsentrasi pigmen rendah, stabilitas pigmen rendah, keseragaman warna kurang baik dan spektrum warna tidak seluas pewarna sintetik. Pewarna sintetik mempunyai keuntungan yang nyata dibandingkan pewarna alami, yaitu mempunyai kekuatan mewarnai yang lebih kuat, lebih seragam, lebih stabil dan biasanya lebih murah.

Beberapa contoh zat pewarna alami yang biasa digunakan untuk mewarnai makanan (Dikutip dari buku membuat pewarna alami karya nur hidayat dan elfi anis saati terbitan Trubus Agrisarana 2006. dapat diperoleh di toko-toko buku se Indonesia) adalah:

- KAROTEN, menghasilkan warna jingga sampai merah. Biasanya digunakan untuk mewarnai produk-produk minyak dan lemak seperti minyak goreng dan margarin. Dapat diperoleh dari wortel, papaya dan sebagainya.
- BIKSIN, memberikan warna kuning seperti mentega. Bixin diperoleh dari biji pohon Bixa orellana yang terdapat di daerah tropis dan sering digunakan untuk mewarnai mentega, margarin, minyak jagung dan salad dressing.
- KARAMEL, berwarna coklat gelap dan merupakan hasil dari hidrolisis (pemecahan) karbohidrat, gula pasir, laktosa dan sirup malt. Karamel terdiri dari 3 jenis, yaitu karamel tahan asam yang sering digunakan untuk minuman berkarbonat, karamel cair untuk roti dan biskuit, serta karamel kering. Gula kelapa yang selain berfungsi sebagai pemanis, juga memberikan warna merah kecoklatan pada minuman es kelapa ataupun es cendol
- KLOOROFIL, menghasilkan warna hijau, diperoleh dari daun. Banyak digunakan untuk makanan. Saat ini bahkan mulai digunakan pada berbagai produk kesehatan. Pigmen klorofil banyak terdapat pada dedaunan (misal daun suji, pandan, katuk dan sebagainya). Daun suji dan

daun pandan, daun katuk sebagai penghasil warna hijau untuk berbagai jenis kue jajanan pasar. Selain menghasilkan warna hijau yang cantik, juga memiliki harum yang khas.

- ANTOSIANIN, penyebab warna merah, oranye, ungu dan biru banyak terdapat pada bunga dan buah-buahan seperti bunga mawar, pacar air, kembang sepatu, bunga tasbih/kana, krisan, pelargonium, aster cina, dan buah apel, chery, anggur, strawberi, juga terdapat pada buah manggis dan umbi ubi jalar. Bunga telang, menghasilkan warna biru keunguan. Bunga belimbing sayur menghasilkan warna merah. Penggunaan zat pewarna alami, misalnya pigmen antosianin masih terbatas pada beberapa produk makanan, seperti produk minuman (sari buah, juice dan susu).

### **C. Pewarna sintetis**

Pewarna sintetis mempunyai keuntungan yang nyata dibandingkan pewarna alami, yaitu mempunyai kekuatan mewarnai yang lebih kuat, lebih seragam, lebih stabil, dan biasanya lebih murah. Berdasarkan rumus kimianya, zat warna sintetis dalam makanan menurut "Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) dapat digolongkan dalam beberapa kelas yaitu : azo, triaril metana, quinolin, xantin dan indigoid.

#### **Bahaya Jika Digunakan Pada Makanan**

Proses pembuatan zat pewarna sintetik biasanya melalui perlakuan pemberian asam sulfat atau asam nitrat yang sering kali terkontaminasi oleh arsen atau logam berat lain yang bersifat racun. Pada pembuatan zat pewarna organik sebelum mencapai produk akhir, harus melalui suatu senyawa antara yang kadang-kadang berbahaya dan sering kali tertinggal dalam hasil akhir, atau terbentuk senyawa-senyawa baru yang berbahaya. Untuk zat pewarna yang dianggap aman, ditetapkan bahwa kandungan arsen tidak boleh lebih dari 0,00014 persen dan timbal tidak boleh lebih dari 0,001 persen, sedangkan logam berat lainnya tidak boleh ada.

Kelarutan pewarna sintetik ada dua macam yaitu dyes dan lakes. Dyes adalah zat warna yang larut air dan diperjual belikan dalam bentuk granula, cairan,

campuran warna dan pasta. Digunakan untuk mewarnai minuman berkarbonat, minuman ringan, roti, kue-kue produk susu, pembungkus sosis, dan lain-lain. Lakes adalah pigmen yang dibuat melalui pengendapan dari penyerapan dye pada bahan dasar, biasa digunakan pada pelapisan tablet, campuran adonan kue, cake dan donat.

Rhodamin B. Rhodamin B adalah salah satu pewarna sintetis yang tidak boleh dipergunakan untuk makanan, selain itu pewarna lainnya yang dilarang adalah Metanil Yellow Rhodamin B memiliki rumus molekul  $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$ , dengan berat molekul sebesar 479.000. Rhodamin B berbentuk kristal hijau atau serbuk-unggu kemerah-merahan, sangat mudah larut dalam air yang akan menghasilkan warna merah kebiru-biruan dan berfluorensi kuat. Selain mudah larut dalam air juga larut dalam alkohol, HCl dan NaOH. Rhodamin B ini biasanya dipakai dalam pewarnaan kertas, di dalam laboratorium digunakan sebagai pereaksi untuk identifikasi Pb, Bi, Co, Au, Mg, dan Th. Rhodamin B sampai sekarang masih banyak digunakan untuk mewarnai berbagai jenis makanan dan minuman (terutama untuk golongan ekonomi lemah), seperti kue-kue basah, saus, sirup, kerupuk dan tahu (khususnya Metanil Yellow), dan lain-lain.

Menurut Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Barat, ciri-ciri makanan yang diberi Rhodamin B adalah warna makanan merah terang mencolok. Biasanya makanan yang diberi pewarna untuk makanan warnanya tidak begitu merah terang mencolok. Tanda-tanda dan gejala akut bila terpapar Rhodamin B :

1. Jika terhirup dapat menimbulkan iritasi pada saluran pernafasan.
2. Jika terkena kulit dapat menimbulkan iritasi pada kulit.
3. Jika terkena mata dapat menimbulkan iritasi pada mata, mata kemerahan, udem pada kelopak mata.
4. Jika tertelan dapat menimbulkan gejala keracunan dan air seni berwarna merah atau merah muda.

Metanil Yellow juga merupakan salah satu zat pewarna yang tidak diizinkan untuk ditambahkan ke dalam bahan makanan. Metanil Yellow digunakan sebagai pewarna untuk produk-produk tekstil (pakaian), cat kayu, dan cat lukis. Metanil juga biasa dijadikan indikator reaksi netralisasi asam basa.

Oleh karena itu sebaiknya konsumen sebelum membeli makanan dan minuman, harus meneliti kondisi fisik, kandungan bahan pembuatnya, kehalalannya melalui

label makanan yang terdapat di dalam kemasan makanan tersebut agar keamanan makanan yang dikonsumsi senantiasa terjaga.

Tabel perbedaan antara zat pewarna sintetis dan alami

Pembeda	Zat pewarna Sintetis	Zat pewarna alami
Warna yang dihasilkan	Lebih cerah Lebih homogeny	Lebih pudar Tidak homogen
Variasi warna	Banyak	Sedikit
Harga	Lebih murah	Lebih mahal
Ketersediaan	Tidak terbatas	Terbatas
Kestabilan	Stabil	Kurang stabil

Pemerintah sendiri telah mengatur penggunaan zat pewarna dalam makanan. Namun demikian masih banyak produsen makanan, terutama pengusaha kecil, yang menggunakan zat-zat pewarna yang dilarang dan berbahaya bagi kesehatan, misalnya rhodamine B sebagai pewarna untuk tekstil atau cat yang pada umumnya mempunyai warna yang lebih cerah, lebih stabil dalam penyimpanan, harganya lebih murah dan produsen pangan belum menyadari bahaya dari pewarna tersebut.

### Aktivitas Pembelajaran

1. Kuliah Tanya-jawab
2. Diskusi

### Evaluasi Diri

1. Jelaskan proses pengawetan makanan secara alami dan buatan
2. Jelaskan jenis-jenis bahan pengawet alami dan sintetis
3. Jelaskan bahaya bahan tambahan pangan (BTP)

