**BAB II**

**KIMIA PANGAN**

1. **KOMPETENSI DASAR**

Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami tentang kimia pangan

1. **TUJUAN**

Mahasiswa dapat:

1. Menjelaskan komponen dan komposisi kimia hasil ternak (daging, susu, telur)
2. Menjelaskan karakteristik dan sifat fisiko - kimia air
3. Menjelaskan karakteristik dan sifat fisiko - kimia karbohidrat
4. Menjelaskan karakteristik dan sifat fisiko - kimia protein
5. Menjelaskan karakteristik dan sifat fisiko - kimia lemak
6. Menjelaskan karakteristik sifat fisiko - kimia vitamin
7. Menjelaskan karakteristik dan sifat fisiko - kimia mineral

**PENGENALAN SIFAT BAHAN PANGAN ASAL TERNAK**

Bahan pangan tersusun dari beberapa komponen kimia penting, yang menentukan status gizi dari bahan tersebut. Suatu bahan pangan bernilai gizi tinggi apabila komponen kimia tersebut baik secara terpisah maupun campuran cukup mampu menjamin kebutuhan tubuh manusia atau ternak didalam kelangsungan hidupnya secara alami atau wajar.

Kimia Pangan membahas tentang struktur kimia dan sifat fisiko kimia dari komponen-komponen dasar bahan pangan dan senyawa turunannya.Pada dasarnya bahan pangan terdiri dari empat komponen utama yaitu: AIR, KARBOHIDRAT, LEMAK dan PROTEIN.

Disamping itu bahan pangan juga mengandung bahan an organik dalam bentuk mineral, dan bahan organik lainnya seperti vitamin, enzim, antioksidan, pigmen dan lainnya. Komposisi kimia penyusun bahan pangan hasil ternak tertera di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi Kimia Penyusun Bahan Pangan Hasil Ternak

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Bahan pangan** | **Jumlah (%)** | | | | | | Air | KH | Lemak | Protein | Abu | | **SUSU** | 88 | 4,7 | 3,6 | 3,3 | 0,1 | | **TELUR** | 74 | 0,9 | 11,5 | 12,5 | 0,1 | | **DAGING** | 59 | 0 | 25,0 | 16,0 | 1,0 | |

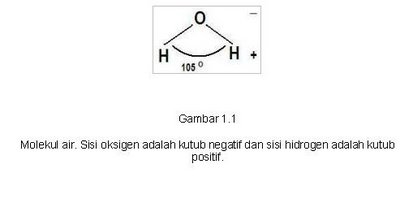
**AIR**

Air merupakan produk akhir utama dari metabolisme oksidatif makanan. Dalam reaksi-reaksi metabolik, air berfungsi sebagai reaktan tetapi juga sebagai produk. Air juga menjadi pelarut biologis yang ideal. Air sangat mempengaruhi semua interaksi molekuler dalam sistem biologi.

**SIFAT AIR**

Air mempunyai 2 sifat penting secara biologis yaitu sifat polar dan sifat kohesif.  
1. **Air merupakan molekul polar**

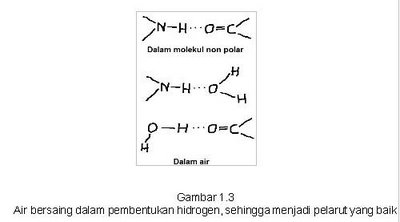
Secara tiga dimensi, air merupakan molekul tetrahedron tak beraturan dengan oksigen pada bagian pusatnya. Dua buah ikatan dengan hidrogen diarahkan ke dua sudut tetrahedron, sementara elektron-elektron yang tidak dipakai bersama pada kedua orbital terhibridasi sp3 menempati 2 sudut sisanya. Molekul air membentuk molekul bipolar (dua kutub). Sisi oksigen yang berlawanan dengan dua atom hidrogen cenderung bermuatan negatif karena mengandung lebih banyak elektron. Sedangkan disisi hidrogen cenderung bermuatan negatif.

[](http://2.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/SbEsjlmc4PI/AAAAAAAAAGQ/Qh25lSECE54/s1600-h/kimpang35.JPG)

Gambar 1. Molekul Air

**2. Air bersifat sangat kohesif**

Molekul-molekul air yang berdekatan memiliki afinitas yang tinggi satu sama lainnya. Daerah bermuatan positif dan satu molekul air cenderung akan mengarahkan diri kepada daerah bermuatan negatif pada salah satu molekul didekatnya. Air beku mempunyai struktur kristal yang sangat teratur di mana seluruh ikatan hidrogen potensial memang terbentuk. Air cair mempunyai struktur yang setengah teratur dengan kelompok-kelompok molekul berikatan hidrogen yang secara terus menerus terbentuk dan terpecah. Air merupakan pelarut yang sangat baik bagi molekul-molekul polar. Air sangat memperlemah ikatan ionik dan ikatan hidrogen antara molekul-molekul polar dengan cara bersaing daya tarik. Sebagai contoh atom-atom hidrogen air mengantikan atom hidrogen amida (-NH) sebagai donor ikatan hidrogen, dan atom oksigen air menggantikan atom oksigen karbonil (-CO) sebagai akseptor. Maka ikatan hidrogen yang kuat antara –NH dan –CO terjadi jika tidak ada air.

****

Gambar 2. Sifat Air

**FUNGSI AIR**

Air merupakan komponen penting dalam bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, cita rasa serta daya tahan bahan pangan tersebut. Bahkan dalam bahan pangan kering, seperti: susu bubuk, tepung juga mengandung air dalam jumlah tertentu. Jadi semua bahan pangan mengandung air, hanya jumlahnya yang berbeda-beda.

Air dalam bahan pangan berperan sebagai pelarut dari beberapa komponen disamping ikut sebagai bahan pereaksi. Kandungan air dalam bahan pangan mempengaruhi daya tahan bahan tsb dari serangan mikroorganisme yang dinyatakan dengan *Aktifitas Air [ Aw ]* , yaitu jumlah air bebas yang dapat dipergunakan oleh MO untuk pertumbuhannya. Berbagai MO mempunyai Aw minimum agar dapat tumbuh dengan baik, misal bakteri : 0,9 ; kapang : 0,6 – 0,7

Khamir : 0,8 – 0,9.

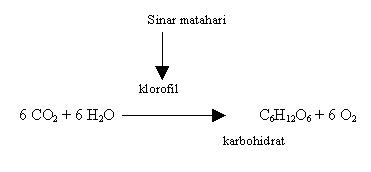
Untuk memperpanjang daya tahan bahan pangan, sebagian air harus dihilangkan, baik melalui pengeringan atau cara lain tergantung dari jenis bahan pangan. Ada beberapa manfaat jika suatu bahan dikurangi kadar airnya yaitu: memudahkan dan menghemat pengepakan karena berat bahan menjadi susut , memudahkan pengangkutan dan penyimpanan karena tidak makan tempat dan bentuknya mudah diatur, memudahkan dalam pengontrolannya, misal: akibat dari pertumbuhan MO golongan bakteri, kapang atau khamir yang masing-masing dapat diduga sebelumnya secara tepat yaitu melalui nilai Aktifitas airnya [ Aw ].

Kebanyakan bahan pangan mempunyai nilai Aw lebih dari 0,80 pada saat dikonsumsi, sebab konsumen menyukai bahan pangan yang agak basah serta mudah dikunyah. Jadi kebasahan, empuk mudah dikunyah serta terasa adanya cairan dimulut saat bahan pangan dikunyah [ *juicy* ] merupakan factor-faktor tekstur yang dikehendaki, sebaliknya kondisi bahan pangan yang kering sekali, sangat keras, tidak mudah dikunyah adalah factor-faktor tekstur yang tidak diharapkan.

Derajad keberadaan air didalam bahan pangan akan menentukan juga derajad kerusakan atau penurunan mutu bahan pangan tsb baik secara aspek kimia maupun mikrobiologis. Oleh sebab itu pengurangan kadar air atau membekukan air dalam bahan pangan digunakan sebagai dasar essensial untuk pengawetan bahan pangan

**KARBOHIDRAT [ KH ]**

Karbohidrat memegang peranan penting dalam alam karena merupakan sumber energi utama bagi manusia dan hewan yang harganya relatif murah. Semua karbohidrat berasal dari tumbuh-tumbuhan. Melalui fotosintesis, klorofil tanaman dengan bantuan sinar matahari mampu membentuk karbohidrat dari karbondioksida (CO2) berasal dari udara dan air (H2O) dari tanah. Karbohidrat yang dihasilkan adalah karbohidrat sederhana glukosa. Di samping itu dihasilkan oksigen (O2) yang lepas di udara.

[](http://3.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa0ZBZrGRTI/AAAAAAAAABk/f4psjCKUFBs/s1600-h/kimpang.JPG)

Gambar 3. Pembentukan Karbohidrat

Produk yang dihasilkan terutama dalam bentuk gula sederhana yang mudah larut dalam air dan mudah diangkut ke seluruh sel-sel guna penyediaan energi. Sebagian dari gula sederhana ini kemudian mengalami polimerisasi dan membentuk polisakarida. Ada dua jenis polisakarida tumbuh-tumbuhan, yaitu pati dan nonpati. Pati adalah bentuk simpanan karbohidrat berupa polimer glukosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik (ikatan antara gugus hidroksil atom C nomor 1 pada molekul glukosa dengan gugus hiodroksil atom nomor 4 pada molekul glukosa lain dengan melepas 1 mol air). Polisakarida nonpati membentuk struktur dinding sel yang tidak larut dalam air. Struktur polisakarida nonpati mirip pati, tapi tidak mengandung ikatan glikosidik. Serelia, seperti beras, gandum, dan jagung serta umbi-umbian merupakan sumber pati utama di dunia. Polisakarida nonpati merupakan komponen utama serat makanan.  
Di negara-negara sedang berkembang kurang lebih 80% energi makanan berasal dari karbohidrat. Di negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan Eropa Barat, angka ini lebih rendah, yaitu rata-rata 50%.

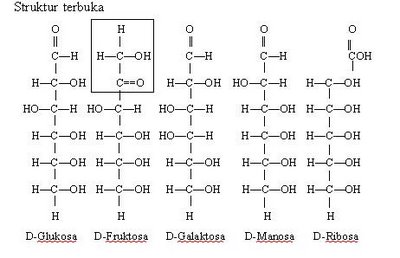
**JENIS-JENIS KARBOHIDRAT**

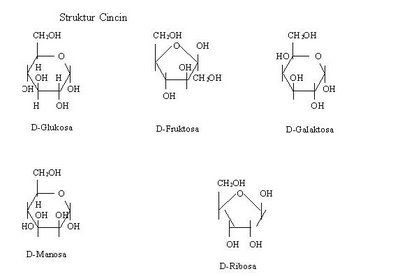
1. **Karbohidrat Sederhana**

Karbohidrat sederhana terdiri dari:

**a.****Monosakarida**

Sebagian besar monosakarida dikenal sebagai heksosa, karena terdiri atas 6-rantai atau cincin karbon. Atom-atom hidrogen dan oksigen terikat pada rantai atau cincin ini secara terpisah atau sebagai gugus hidroksil (OH). Ada tiga jenis heksosa yang penting dalam ilmu gizi, yaitu **glukosa, fruktosa, dan galaktosa**. Ketiga macam monosakarida ini mengandung jenis dan jumlah atom yang sama, yaitu 6 atom karbon, 12 atom hidrogen, dan 6 atom oksigen. Perbedaannya hanya terletak pada cara penyusunan atom-atom hidrogen dan oksigen di sekitar atom-atom karbon. Perbedaan dalam susunan atom inilah yang menyebabkan perbedaan dalam tingkat kemanisan, daya larut, dan sifat lain ketiga monosakarida tersebut. Monosakarida yang terdapat di alam pada umumnya terdapat dalam bentuk isomer dekstro (D). gugus hidroksil ada karbon nomor 2 terletak di sebelah kanan. Struktur kimianya dapat berupa struktur terbuka atau struktur cincin. Jenis heksosa lain yang kurang penting dalam ilmu gizi adalah manosa. Monosakarida yang mempunyai lima atom karbon disebut pentosa, seperti ribosa dan arabinosa

[](http://1.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa0e9ryj-fI/AAAAAAAAABs/7NHkO02VRtE/s1600-h/kimpang2.JPG)

**[](http://3.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa0fYbk64gI/AAAAAAAAAB0/Zfb7cQQGgQg/s1600-h/kimpang3.JPG)**

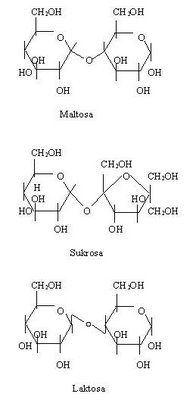
Gambar 4. Monosakarida

**Glukosa**, dinamakan juga dekstrosa atau gula anggur, terdapat luas di alam dalam jumlah sedikit, yaitu di dalam sayur, buah, sirup jagung, sari pohon, dan bersamaan dengan fruktosa dalam madu. Glukosa memegang peranan sangat penting dalam ilmu gizi. Glukosa merupakan hasil akhir pencernaan pati, sukrosa, maltosa, dan laktosa pada hewan dan manusia. Dalam proses metabolisme, glukosa merupakan bentuk karbohidrat yang beredar di dalam tubuh dan di dalam sel merupakan sumber energi.

**Fruktosa**, dinamakan juga levulosa atau gula buah, adalah gula paling manis. Fruktosa mempunyai rumus kimia yang sama dengan glukosa, C6H12O6, namun strukturnya berbeda. Susunan atom dalam fruktosda merangsang jonjot kecapan pada lidah sehingga menimbulkan rasa manis.

**Galaktosa**, tidak terdapat bebas di alam seperti halnya glukosa dan fruktosa, akan tetapi terdapat dalam tubuh sebagai hasil pencernaan laktosa.  
**Manosa**, jarang terdapat di dalam makanan. Di gurun pasir, seperti di Israel terdapat di dalam manna yang mereka olah untuk membuat roti.  
**Pentosa**, merupakan bagian sel-sel semua bahan makanan alami. Jumlahnya sangat kecil, sehingga tidak penting sebagai sumber energi.  
  
**b. Disakarida**

Ada empat jenis disakarida, yaitu **sukrosa atau sakrosa, maltosa, laktosa, dan trehaltosa**. Disakarida terdiri atas dua unit monosakarida yang terikat satu sama lain melalui reaksi kondensasi. kedua monosakarida saling mengikat berupa ikatan glikosidik melalui satu atom oksigen (O). Ikatan glikosidik ini biasanya terjadi antara atom C nomor 1 dengan atom C nomor 4 dan membentuk ikatan alfa, dengan melepaskan satu molekul air. hanya karbohidrat yang unit monosakaridanya terikat dalam bentuk alfa yang dapat dicernakan. Disakarida dapat dipecah kembali mejadi dua molekul monosakarida melalui reaksi hidrolisis. Glukosa terdapat pada ke empat jenis disakarida; monosakarida lainnya adalah fruktosa dan galaktosa.

**[](http://4.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa0rPYTjWuI/AAAAAAAAACM/DrrOlq2NcOg/s1600-h/kimpang4.JPG)**

Gambar 5. Disakarida

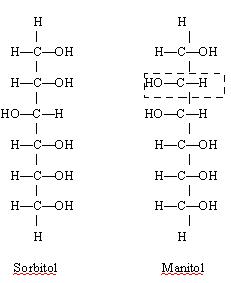
**Sukrosa** atau sakarosa dinamakan juga gula tebu atau gula bit. Secara komersial gula pasir yang 99% terdiri atas sukrosa dibuat dari keuda macam bahan makanan tersebut melalui proses penyulingan dan kristalisasi. Gula merah yang banayk digunakan di Indonesia dibuat dari tebu, kelapa atau enau melalui proses penyulingan tidak sempurna. Sukrosa juga terdapat di dalam buah, sayuran, dan madu.

**Maltosa** (gula malt) tidak terdapat bebas di alam. Maltosa terbentuk pada setiap pemecahan pati, seperti yang terjadi pada tumbuh-tumbuhan bila benih atau bijian berkecambah dan di dalam usus manusia pada pencernaan pati.  
**Laktosa** (gula susu) hanya terdapat dalam susu dan terdiri atas satu unit glukosa dan satu unit galaktosa. Kekurangan laktase ini menyebabkan ketidaktahanan terhadap laktosa. Laktosa yang tidak dicerna tidak dapat diserap dan tetap tinggal dalam saluran pencernaan. Hal ini mempengaruhi jenis mikroorgnaisme yang tumbuh, yang menyebabkan gejala kembung, kejang perut, dan diare. Ketidaktahanan terhadap laktosa lebih banyak terjadi pada orang tua. Mlaktosa adalah gula yang rasanya paling tidak manis (seperenam manis glukosa) dan lebih sukar larut daripada disakarida lain.  
**Trehalosa** seperti juga maltosa, terdiri atas dua mol glukosa dan dikenal sebagai gila jamur. Sebanyak 15% bagian kering jamur terdiri atas trehalosa. Trehalosa juga terdapat dalam serangga.

**c. Gula Alkohol**

Gula alkohol terdapat di dalam alam dan dapat pula dibuat secara sintesis. Ada empat jenis gula alkohol yaitu **sorbitol, manitol, dulsitol, dan inositol**.

**Sorbitol**, terdapat di dalam beberapa jenis buah dan secara komersial dibuat dari glukosa. Enzim aldosa reduktase dapat mengubah gugus aldehida (CHO) dalam glukosa menjadi alkohol (CH2OH). Struktur kimianya dapat dilihat di bawah.  
Sorbitol banyak digunakan dalam minuman dan makanan khusus pasien diabetes, seperti minuman ringan, selai dan kue-kue. Tingkat kemanisan sorbitol hanya 60% bila dibandingkan dengan sukrosa, diabsorpsi lebih lambat dan diubah di dalam hati menjadi glukosa. Pengaruhnya terhadap kadar gula darah lebih kecil daripada sukrosa. Konsumsi lebih dari lima puluh gram sehari dapat menyebabkan diare pada pasien diabetes.

[](http://1.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa0q6CcpCfI/AAAAAAAAACE/fv2wWl90vJU/s1600-h/kimpang5.JPG)

Gambar 6. Gula Alkohol

**Manitol** dan Dulsitol adalah alkohol yang dibuat dari monosakarida manosa dan galaktosa. Manitol terdapat di dalam nanas, asparagus, ubi jalar, dan wortel. Secara komersialo manitol diekstraksi dari sejenis rumput laut. Kedua jenis alkohol ini banyak digunakan dalam industri pangan.

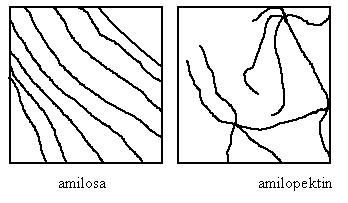
**Inositol** merupakan alkohol siklis yang menyerupai glukosa. Inositol terdfapat dalam banyak bahan makanan, terutama dalam sekam serealia.  
  
**d. Oligosakarida**

Oligosakarida terdiri atas polimer dua hingga sepuluh monosakarida. yakni : Rafinosa, stakiosa, dan verbaskosa adalah oligosakarida yang terdiri atas unit-unit glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Ketiga jenis oligosakarida ini terdapat di dalam biji tumbuh-tumbuhan dan kacang-kacangan serta tidak dapat dipecah oleh enzim-enzim perncernaan.

Fruktan adalah sekelompok oligo dan polisakarida yang terdiri atas beberapa unit fruktosa yang terikat dengan satu molekul glukosa. Fruktan terdapat di dalam serealia, bawang merah, bawang putih, dan asparagus. Fruktan tidak dicernakan secara berarti. Sebagian besar di dalam usus besar difermentasi.  
  
**2. Karbohidrat Kompleks**

**Polisakarida,** karbohidrat kompleks ini dapat mengandung sampai tiga ribu unit gula sederhana yang tersusun dalam bentuk rantai panjang lurus atau bercabang. Jenis-jenis polisakarida ini yakni **pati, dekstrin, glikogen, dan polisakarida nonpati**.

**Pati** merupakan simpanan karbohidrat dalam tumbuh-tumbuhan dan merupakan karbohidrat utama yang dimakan manusia di seluruh dunia. Pati terutama terdapat dalam padi-padian, biji-bijian, dan umbi-umbian. Jumlah unit glukosa dan susunannya dalam satu jenis pati berbeda satu sama lain, bergantung jenis tanaman asalnya. Bentuk butiran pati ini berbeda satu sama lain dengan karakteristik tersendiri dalam hal daya larut, daya mengentalkan, dan rasa. Amilosa merupakan rantai panjang unit glukosa yang tidak bercabang, sedangkan amilopektin adfalah polimer yang susunannya bercabang-cabang dengan 15-30 unit glukosa pada tiap cabang.

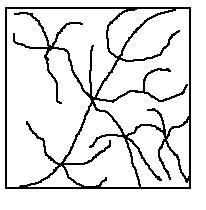
[](http://3.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa0wtTq6iHI/AAAAAAAAACU/3fs0_s1ZgKc/s1600-h/kimpang6.JPG)

Gambar 7. Polisakarida Pati

**Dekstrin** merupakan produk antara pada perencanaan pati atau dibentuk melalui hidrolisis parsial pati. Dekstrin merupakan sumber utama karbohidrat dalam makanan lewat pipa (tube feeding). Cairan glukosa dalam hal ini merupakan campuran dekstrin, maltosa, glukosa, dan air. Karena molekulnya lebih besar dari sukrosa dan glukosa, dekstrin mempunyai pengaruh osmolar lebih kecil sehingga tidak mudah menimbulkan diare.

**Glikogen** dinamakan juga pati hewan karena merupakan bentuk simpanan karbohidrat di dalam tubuh manusia dan hewan, yang terutama terdapat di dalam hati dan otot. Dua pertiga bagian dari glikogen disimpan dalam otot dan selebihnya dalam hati. 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. Kelebihan glukosa melampaui kemampuan menyimpannya dalam bentuk glikogen akan diubah menjadi lemak dan disimpan dalam jaringan lemak.

**Polisakarida Nonpati/Serat**

[](http://3.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa0yHK5rSnI/AAAAAAAAACc/ghqiNFUP6t4/s1600-h/kimpang7.JPG)Serat akhir-akhir ini banyak mendapat perhatian karena peranannya dalam mencegah berbagai penyakit. Ada dua golongan serat yaitu yang tidak dapat larut dan yang dapat larut dalam air. Serat yang tidak larut dalam air adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Serat yang larut dalam air adalah pektin, gum, mukilase, glukan, dan algal.

.  
Gambar 8.Polisakarida Nonpati

**Sumber Karbohidrat**

Sumber karbohidrat adalah padi-padian atau serealia, umbi-umbian, kacang-kacang kering, dan gula. Hasil olah bahan-bahan ini adalah bihun, mie, roti, tepung-tepungan, selai, sirup, dan sebagainya. Sebagian besar sayur dan buah tidak banyak mengandung karbohidrat. Sayur umbi-umbian, seperti wortel dan bit serta kacang-kacangan relatif lebih banyak mengandung karbohidrat daripada sayur daun-daunan. Bahan makanan hewani seperti daging, ayam, ikan, telur, dan susu sedikit sekali mengandung karbohidrat. Sumber karbohidrat yang banyak dimakan sebagai makanan pokok di Indonesia adalah beras, jagung, ubi, singkong, talas, dan sagu.

**Fungsi Karbohidrat**

1. **Sumber Energi**

Fungsi utama karbohidrat adalah menyediakan energi bagi tubuh. Karbohidrat merupakan sumber utama energi bagi penduduk di seluruh dunia, karena banyak di dapat di alam dan harganya relatif murah. Satu gram karbohidrat menghasilkan 4 kkalori. Sebagian karbohidrat di dalam tubuh berada dalam sirkulasi darah sebagai glukosa untuk keperluan energi segera; sebagian disimpan sebagai glikogen dalam hati dan jaringan otot, dan sebagian diubah menjadi lemak untuk kemudian disimpan sebagai cadangan energi di dalam jaringan lemak. Seseorang yang memakan karbohidrat dalam jumlah berlebihan akan menjadi gemuk.

**2. Pemberi Rasa Manis pada Makanan**

Karbohidrat memberi rasa manis pada makanan, khususnya mono dan disakarida. Gula tidak mempunyai rasa manis yang sama. Fruktosa adalag gula yang paling manis. Bila tingkat kemanisan sakarosa diberi nilai 1, maka tingkat kemanisan fruktosa adalah 1,7; glukosa 0,7; maltosa 0,4; laktosa 0,2.  
  
**3. Penghemat Protein**

Bila karbohidrat makanan tidak mencukupi, maka protein akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi, dengan mengalahkan fungsi utamanya sebagai zat pembangun. Sebaliknya, bila karbohidrat makanan mencukupi, protein terutama akan digunakan sebagai zat pembangun.  
  
**4. Pengatur Metabolisme Lemak**

Karbohidrat mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna, sehingga menghasilkan bahan-bahan keton berupa asam asetoasetat, aseton, dan asam beta-hidroksi-butirat. Bahan-bahan ini dibentuk menyebabkan ketidakseimbangan natrium dan dehidrasi. pH cairan menurun. Keadaan ini menimbulkan ketosis atau asidosis yang dapat merugikan tubuh.  
  
**5. Membantu Pengeluaran Feses**

Karbohidrat membantu pengeluaran feses dengan cara mengatur peristaltik usus dan memberi bentuk pada feses. Selulosa dalam serat makanan mengatur peristaltik usus.

Serat makanan mencegah kegemukan, konstipasi, hemoroid, penyakit-penyakit divertikulosis, kanker usus besar, penyakiut diabetes mellitus, dan jantung koroner yang berkaitan dengan kadar kolesterol darah tinggi.  
Laktosa dalam susu membantu absorpsi kalsium. Laktosa lebih lama tinggal dalam saluran cerna, sehingga menyebabkan pertumbuhan bakteri yang menguntungkan.

**Pengaruh adanya KH dalam bahan pangan:**

- Kemanisan : sukrosa

- Pencoklatan [ browning ] : proses pencoklatan dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu pencoklatan yang enzimatis dan yang non enzimatis.

a. Pencoklatan enzimatis : terjadi pada buah buahan yang mengandung senyawa fenolik, contoh: apel, salak, pear, pisang dan pala. Proses ini dibantu oleh enzim fenol oksidase, fenolase yang berhubungan dengan oksigen.

b. Pencoklatan non enzimatis : karamelisasi dan reaksi maillard

**Karamelisasi**  → sukrosa [ gula tebu ] dipanaskan lebih dari titik lebur

[ 160oC ]

**Reaksi maillard** → reaksi antara KH dan gugus amina [ protein ] membentuk senyawa berwarna coklat yaitu melanoidin. Contoh: pemanggangan daging/sate,penggorengan ubi dan pencoklatan dari berbagai roti.

**PROTEIN**

**Struktur** kimia protein memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. makromolekul
2. terdiri dari ≥ 1 polimer.
3. Tiap polimer tersusun atas monomer yg disebut asam amino.

Struktur asam amino terdiri dari :

1. 1 atom C
2. 1 atom H
3. 1 gugus NH2 (amin)
4. 1 gugus -COOH (karboksil)
5. 1 gugus R

Beberapa jenis asam amino membentuk rantai panjang melalui **ikatan peptida** (ikatan antara gugus karboksil dengan gugus amin). Asam amino yg membentuk rantai panjang ini disebut polipeptida (protein).

Pada manusia, polipeptida disintesis di ribosom. Asam amino yg diperlukan tubuh kurang lebih ada 20 macam. 10 diantaranya **asam amino esensial** (tidak dapat disintesis tubuh). Sisanya **asam amino non esensial.**

**FUNGSI PROTEIN**

1. Sumber energi → apabila KH dan lemak dalam tubuh tidak mencukupi sebagai sumber energi.
2. Zat pembangun → membentuk jaringan [ masa pertumbuhan ]dan mengganti jaringan yang rusak.
3. Zat pengatur [ amfoter ]→ keseimbangan cairan dalam tubuh
4. Zat antibody,
5. Enzim,
6. Alat transportasi [ hemoglobin dan mioglobin ],
7. Pengatur pergerakan [ flagella sperma, otot ].

**Komponen penyusun protein**: C, H, O serta Nitrogen yang tidak dimiliki oleh lemak dan KH. Protein merupakan sumber asam amino

**Sifat- Sifat Kimia Protein**

1. Ada protein yang larut dalam air, contoh: albumin telur, laktalbumin dalam susu.
2. Ada protein yang tidak larut dalam air, contoh: miosinogen dalam otot dan ovoglobulin dalam kuning telur.
3. Semua protein tidak larut dalam pelarut lemak

**Struktur Susunan Molekul**

1. Protein Fibriler → bentuk serabut, contoh: kolagen [tulang rawan ], myosin [otot ], keratin [ rambut ] dan fibrin [ gumpalan darah ].
2. Protein Globuler → bentuk bola, protein ini banyak terdapat pada bahan pangan hasil ternak seperti susu, telur dan daging. Contoh: albumin, globulin.

**Struktur Protein**

1. Primer : bentuk dasar susunan protein
2. Sekunder : bentuk £ helix [ spiral ]
3. Tertier : bentuk helix dan tidak
4. Kuartener : beberapa polipeptida

**Denaturasi Protein**

Denaturasi protein yaitu perubahan pada struktur protein [ sekunder, tertier, kuartener ], disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: panas, pH dan bahan kimia. Protein yang terdenaturasi akan berkurang kelarutannya karena lapisan molekul bagian dalam yang bersifat hidrofobik berbalik keluar sebaliknya lapisan molekul bagian luar yang bersifat hidrofil berbalik kedalam sehingga protein akan terkoagulasi.

**ASAM AMINO**

1. Asam amino eksogen/ essensial → lisin, leusin, isoleusin, metionin, treonin,valin, fenilalanin,histidin,triptofan,arginin\*

\* esensial pd bayi & hewan yg sdg tumbuh, tetapi tidak pada orang dewasa

1. Asam amino endogen/ non essensial → alanin, asam glutamate, asam aspartat, serin,sistein,prolin,tirosin,glutamin

**Mutu Protein**

Mutu Protein didasarkan pada perbandingan asam amino yang terkandung dalam protein tersebut. Apabila asam amino essensial yang terkandung dapat menyamai kebutuhan manusia maka dapat dikatakan sebagai protein bermutu tinggi. Contoh : bahan pangan hasil ternak seperti susu, telur dan daging dapat menyediakan asam amino essensial sehingga disebut protein bermutu tinggi, sebaliknya apabila protein yang kekurangan satu atau lebih asam amino esensial mempunyai mutu yang rendah.

Asam amino essensial yang kurang dalam bahan pangan disebut asam amino pembatas. Contoh :

dalam sereal → asam amino pembatasnya adalah lisin

dalam leguminosa [ kacang-kacangan ] → Asam amino pembatasnya adalah metionin, sehingga kedua protein pada bahan pangan tsb bermutu rendah. Untuk meningkatkan mutu protein dapat dilakukan dengan penganekaragaman bahan pangan melalui *complementary* [kombinasi ] protein hewani dengan protein nabati, dengan demikian mutu protein bahan pangan saling mendukung dan meningkat, contoh susu dengan sereal, nasi dengan tempe dan kacang-kacangan dengan daging atau roti.

**METABOLISME PROTEIN**

Di lambung :

Dicerna oleh enzim pepsin dalam suasana asam (pH 2 – 3) hasilnya proteosa, peptone dan polipeptida besar.

Di usus :

Dengan bantuan enzim pancreas (Tripsin, Kimotripsin dan Peptidase) menjadi polipeptida kecil. Peptidase akan melepaskan asam amino. Dibawa melalui pembuluh darah.

Hati bertindak sebagai pengatur kadar asam amino di darah. Kelebihan asam amino dirombak di hati menjadi senyawa yg mengandung ammonia (NH3) dan amonium hidroksida (NH4OH). Senyawa yg mengandung N dirombak menjadi urea di hati oleh enzim arginase. Senyawa yg tidak mengandung N disintesis menjadi bahan baku karbohidrat dan lemak.

**LEMAK /LIPIDA**

**Karakteristik**:

1. Sumber kalori/energi yang lebih efektif dibanding KH dan protein

1 gr lemak → 9 kkal, 1 gr KH/ protein → 4 kkal

1. Media penghantar panas [ pengolahan bahan pangan ], contoh: minyak goreng, mentega
2. Memperbaiki cita rasa dan tekstur bahan pangan [ gurih, lembut ]
3. Komponen penyusun : C, H dan O

Bahan pangan yang mengandung lemak yaitu : daging, telur, susu, alpukat dan kacang tanah

Lemak yang ikut termakan bersama bahan pangan → ***invisible fat*** [ lemak tersembunyi ]

Lemak yang telah diekstraksi dari ternak atau bahan nabati → ***visible fat*** [ lemak kasat mata ].

Lemak hewani 🡪banyak mengandung kolesterol

Lemak nabati 🡪mengandung fitosterol dan lebih banyak mengandung asam lemak tak jenuh sehingga umumnya berbentuk cair.

**Pigmen Lemak**

Adanya pigmen menyebabkan lemak berwarna.

1. karotenoid 🡪 kuning kemerahan
2. khlorofil 🡪 tumbuhan hijau
3. tokoferol 🡪 coklat/reaksi browning pada minyak

**Komposisi Dan Sifat Lemak**

1. Kelompok lipida
2. Tidak larut dalam air
3. Larut dalam pelarut lemak: alcohol, eter, benzene, chloroform
4. Terdiri dari molekul trigliserida

- **Lemak** 🡪 padat pada suhu kamar : Asam lemak jenuh tinggi [ tidak memiliki ikatan rangkap ], memiiki titik lebur tinggi contoh: asam palmitat, asam stearat

- **Minyak** 🡪 cair pada suhu kamar : Asam lemak tak jenuh tinggi [ memiliki ikatan rangkap ], memiliki titik lebur rendah contoh: asam oleat, asam linoleat, asam linolenat.

Titik lebur adalah temperature dimana lemak padat mulai mencair/meleleh

Lipida adalah molekul-molekul biologis yang tidak larut di dalam air tetapi larut di dalam pelarut-pelarut organik.

**Fungsi Lipida**

Ada beberapa fungsi lipida di antaranya:

1. Sebagai penyusun struktur membran sel  
   Dalam hal ini lipid berperan sebagai barier untuk sel dan mengatur aliran material-material.
2. Sebagai cadangan energy, lipida disimpan sebagai jaringan adiposa
3. Sebagai hormon dan vitamin

Hormon mengatur komunikasi antar sel, sedangkan vitamin membantu regulasi proses-proses biologis.

**Jenis-Jenis Lipid**

Terdapat beberapa jenis lipid yaitu:

1. Asam lemak, terdiri atas asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh
2. Gliserida, terdiri atas gliserida netral dan fosfogliserida
3. Lipid kompleks, terdiri atas lipoprotein dan glikolipid
4. Non gliserida, terdiri atas sfingolipid, steroid dan malam

**Asam Lemak**Asam lemak merupakan asam monokarboksilat rantai panjang. Adapun rumus umum dari asam lemak adalah:

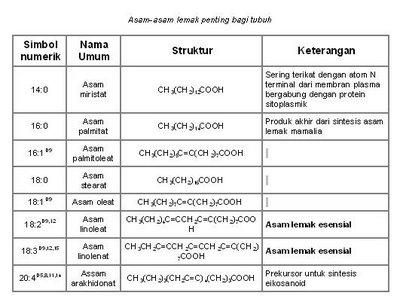
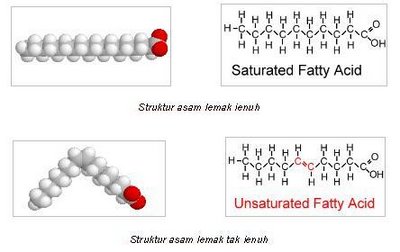
[D:\kuliah MENGAJAR\KULIAH AYU\THT\KIMIA N NUTRISI Pangan\New Folder\Golden Word Knowledge_files\kimpang8.JPG](http://3.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa6mqZC10MI/AAAAAAAAACo/y77qJKnE51w/s1600-h/kimpang8.JPG)

Rentang ukuran dari asam lemak adalah C12 sampai dengan C24. Ada dua macam asam lemak yaitu:

1. Asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*)

Asam lemak ini tidak memiliki ikatan rangkap

2. Asam lemak tak jenuh (*unsaturated fatty acid*)  
Asam lemak ini memiliki satu atau lebih ikatan rangkap

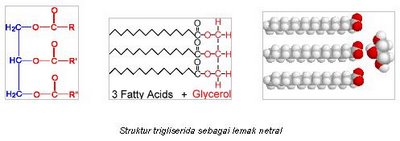
[](http://4.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/SbtBf90X-6I/AAAAAAAAAHA/wdd2kz1AUTo/s1600-h/kimpang10.JPG)[](http://2.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/SbtBK1g9AnI/AAAAAAAAAG4/DQPvd63cUbM/s1600-h/kimpang9.JPG)Gambar 9. Struktur Asam Lemak

**Gliserida**

Gliserida terdiri dari:

1. **Gliserida** **netral (lemak netral)**

Gliserida netral adalah ester antara asam lemak dengan gliserol. Fungsi dasar dari gliserida netral adalah sebagai simpanan energi (berupa lemak atau minyak). Setiap gliserol mungkin berikatan dengan 1, 2 atau 3 asam lemak yang tidak harus sama. Jika gliserol berikatan dengan 1 asam lemak disebut monogliserida, jika berikatan dengan 2 asam lemak disebut digliserida dan jika berikatan dengan 3 asam lemak dinamakan trigliserida. Trigliserida merupakan cadangan energi penting dari sumber lipid.

[](http://1.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa6vGMFYU0I/AAAAAAAAADY/DEu4dA549h8/s1600-h/kimpang12.JPG)Gambar 10. Trigliserida

Apa yang dimaksud dengan lemak (fat) dan minyak (oil)? Lemak dan minyak keduanya merupakan trigliserida. Adapun perbedaan sifat secara umum dari keduanya adalah:

1. **Lemak**

* Umumnya diperoleh dari hewan
* Berwujud padat pada suhu ruang
* Tersusun dari asam lemak jenuh

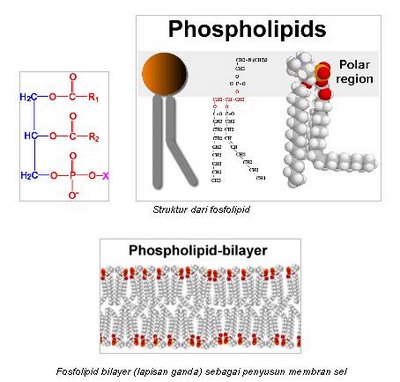
1. **Minyak**

* Umumnya diperoleh dari tumbuhan
* Berwujud cair pada suhu ruang
* Tersusun dari asam lemak tak jenuh

1. **Fosfogliserida (fosfolipid)**

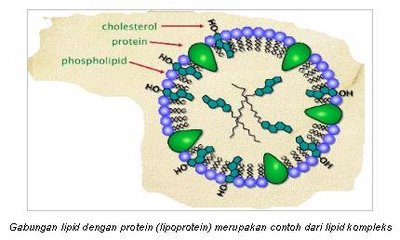
Lipid dapat mengandung gugus fosfat. Lemak termodifikasi ketika fosfat mengganti salah satu rantai asam lemak.

Penggunaan fosfogliserida adalah:

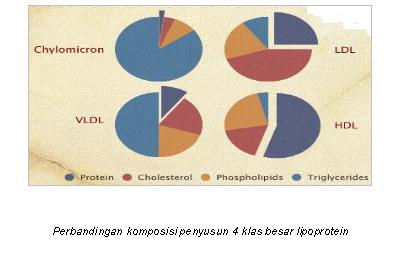
* 1. Sebagai komponen penyusun membran sel
  2. [](http://1.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa6v2raiWMI/AAAAAAAAADg/KMXBWZxMxAE/s1600-h/kimpang13.JPG)Sebagi agen emulsi

Gambar 11.Fosfolipid

**Lipid kompleks**

[](http://3.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa6whktkoQI/AAAAAAAAADo/majVeVcmSkc/s1600-h/kimpang14.JPG)Lipid kompleks adalah kombinasi antara lipid dengan molekul lain. Contoh penting dari lipid kompleks adalah lipoprotein dan glikolipid.  
Lipoprotein merupakan gabungan antara lipid dengan protein.  
  
  
 Gambar 12. Lipoprotein

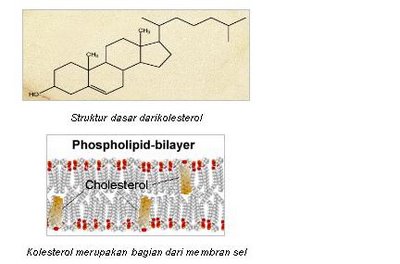
Ada 4 klas mayor dari lipoprotein plasma yang masing-masing tersusun atas beberapa jenis lipid, yaitu:

[](http://3.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/Sa6xQBI6gKI/AAAAAAAAADw/ogPCrPATq2I/s1600-h/kimpang15.JPG)Gambar 13. Lipoprotein Plasma

1. **Kilomikron**

Kilomikron berfungsi sebagai alat transportasi trigliserid dari usus ke jaringan lain, kecuali ginjal  
**2. VLDL (very low - density lypoproteins)**VLDL mengikat trigliserid di dalam hati dan mengangkutnya menuju jaringan lemak  
**3. LDL (low - density lypoproteins)**LDL berperan mengangkut kolesterol ke jaringan perifer  
**4. HDL (high - density lypoproteins)**HDL mengikat kolesterol plasma dan mengangkut kolesterol ke hati.

**Kolesterol**

[](http://2.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/SbCWvKkvYgI/AAAAAAAAAEI/qIesH76ybdM/s1600-h/kimpang18.JPG)Selain fosfolipid, kolesterol merupakan jenis lipid yang menyusun membran plasma. Kolesterol juga menjadi bagian dari beberapa hormon.  
Kolesterol berhubungan dengan pengerasan arteri. Dalam hal ini timbul plaque pada dinding arteri, yang mengakibatkan peningkatan tekanan darah karena arteri menyempit, penurunan kemampuan untuk meregang. Pembentukan gumpalan dapat menyebabkan infark miokard dan stroke.

Gambar 14. Kolesterol

**Steroid**

Beberapa hormon reproduktif merupakan steroid, misalnya testosteron dan progesteron. Steroid lainnya adalah kortison. Hormon ini berhubungan dengan proses metabolisme karbohidrat, penanganan penyakit arthritis rematoid, asthma, gangguan pencernaan dan sebagainya.

**Malam/lilin (waxes)**

[](http://1.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/SbCcSQDd24I/AAAAAAAAAEg/fFEvve_fpBQ/s1600-h/kimpang21.JPG)Malam tidak larut di dalam air dan sulit dihidrolisis. Malam sering digunakan sebagai lapisan pelindung untuk kulit, rambut dan lain-lain. Malam merupakan ester antara asam lemak dengan alkohol rantai panjang.

Gambar 15. Malam

**Metabolisme lipid**

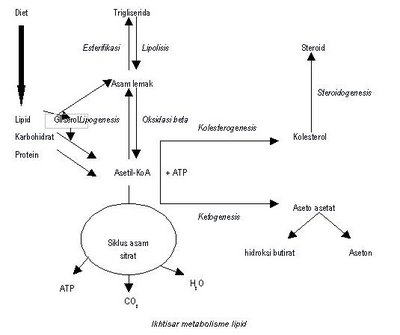
Lipid yang kita peroleh sebagai sumber energi utamanya adalah dari lipid netral, yaitu trigliserid (ester antara gliserol dengan 3 asam lemak). Secara ringkas, hasil dari pencernaan lipid adalah asam lemak dan gliserol, selain itu ada juga yang masih berupa monogliserid. Karena larut dalam air, gliserol masuk sirkulasi portal (vena porta) menuju hati. Asam-asam lemak rantai pendek juga dapat melalui jalur ini.

Sebagian besar asam lemak dan monogliserida karena tidak larut dalam air, maka diangkut oleh miselus (dalam bentuk besar disebut emulsi) dan dilepaskan ke dalam sel epitel usus (enterosit). Di dalam sel ini asam lemak dan monogliserida segera dibentuk menjadi trigliserida (lipid) dan berkumpul berbentuk gelembung yang disebut kilomikron. Selanjutnya kilomikron ditransportasikan melalui pembuluh limfe dan bermuara pada vena kava, sehingga bersatu dengan sirkulasi darah. Kilomikron ini kemudian ditransportasikan menuju hati dan jaringan adiposa.

Di dalam sel-sel hati dan jaringan adiposa, kilomikron segera dipecah menjadi asam-asam lemak dan gliserol. Selanjutnya asam-asam lemak dan gliserol tersebut, dibentuk kembali menjadi simpanan trigliserida. Proses pembentukan trigliserida ini dinamakan esterifikasi. Sewaktu-waktu jika kita membutuhkan energi dari lipid, trigliserida dipecah menjadi asam lemak dan gliserol, untuk ditransportasikan menuju sel-sel untuk dioksidasi menjadi energi. Proses pemecahan lemak jaringan ini dinamakan lipolisis. Asam lemak tersebut ditransportasikan oleh albumin ke jaringan yang memerlukan dan disebut sebagai asam lemak bebas (*free fatty acid*/FFA).

Secara ringkas, hasil akhir dari pemecahan lipid dari makanan adalah asam lemak dan gliserol. Jika sumber energi dari karbohidrat telah mencukupi, maka asam lemak mengalami esterifikasi yaitu membentuk ester dengan gliserol menjadi trigliserida sebagai cadangan energi jangka panjang. Jika sewaktu-waktu tak tersedia sumber energi dari karbohidrat barulah asam lemak dioksidasi, baik asam lemak dari diet maupun jika harus memecah cadangan trigliserida jaringan. Proses pemecahan trigliserida ini dinamakan lipolisis.

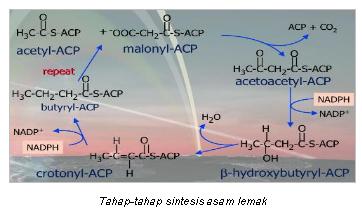
Proses oksidasi asam lemak dinamakan oksidasi beta dan menghasilkan asetil KoA. Selanjutnya sebagaimana asetil KoA dari hasil metabolisme karbohidrat dan protein, asetil KoA dari jalur inipun akan masuk ke dalam siklus asam sitrat sehingga dihasilkan energi. Di sisi lain, jika kebutuhan energi sudah mencukupi, asetil KoA dapat mengalami lipogenesis menjadi asam lemak dan selanjutnya dapat disimpan sebagai trigliserida.

[](http://3.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/SbDBoK3IGBI/AAAAAAAAAE4/Arexxx44Ovk/s1600-h/kimpang25.JPG)Beberapa lipid non gliserida disintesis dari asetil KoA. Asetil KoA mengalami kolesterogenesis menjadi kolesterol. Selanjutnya kolesterol mengalami steroidogenesis membentuk steroid. Asetil KoA sebagai hasil oksidasi asam lemak juga berpotensi menghasilkan badan-badan keton (aseto asetat, hidroksi butirat dan aseton). Proses ini dinamakan ketogenesis. Badan-badan keton dapat menyebabkan gangguan keseimbangan asam-basa yang dinamakan asidosis metabolik. Keadaan ini dapat menyebabkan kematian.

Gambar 16. Metabolisme Lipid

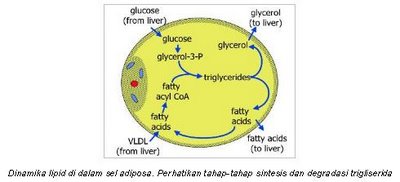
**Sintesis asam lemak**

Makanan bukan satu-satunya sumber lemak kita. Semua organisme dapat men-sintesis asam lemak sebagai cadangan energi jangka panjang dan sebagai penyusun struktur membran. Pada manusia, kelebihan asetil KoA dikonversi menjadi ester asam lemak. Sintesis asam lemak sesuai dengan degradasinya (oksidasi beta).

[](http://3.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/SbDMFarbxfI/AAAAAAAAAGA/5QXsvRQeX1I/s1600-h/kimpang33.JPG)Sintesis asam lemak terjadi di dalam sitoplasma. ACP (*acyl carrier protein*) digunakan selama sintesis sebagai titik pengikatan. Semua sintesis terjadi di dalam kompleks multi enzim-*fatty acid synthase*. NADPH digunakan untuk sintesis.  
Tahap-tahap sintesis asam lemak ditampilkan pada skema berikut.

Gambar 17. Sintesis Asam Lemak

Penyimpanan lemak dan penggunaannya kembali  
Asam-asam lemak akan disimpan jika tidak diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi. Tempat penyimpanan utama asam lemak adalah jaringan adiposa. Adapun tahap-tahap penyimpanan tersebut adalah:  
Asam lemak ditransportasikan dari hati sebagai kompleks VLDL.  
Asam lemak kemudian diubah menjadi trigliserida di sel adiposa untuk disimpan.  
Gliserol 3-fosfat dibutuhkan untuk membuat trigliserida. Ini harus tersedia dari glukosa. Akibatnya, kita tak dapat menyimpan lemak jika tak ada kelebihan glukosa di dalam tubuh.

[](http://4.bp.blogspot.com/_Lfzgjny7AMs/SbDMs8F-mLI/AAAAAAAAAGI/pIgymHToCR4/s1600-h/kimpang34.JPG)  
Gambar 18. Degradasi Trigliserida

Jika kebutuhan energi tidak dapat tercukupi oleh karbohidrat, maka simpanan trigliserida ini dapat digunakan kembali. Trigliserida akan dipecah menjadi gliserol dan asam lemak. Gliserol dapat menjadi sumber energi (metabolisme gliserol). Sedangkan asam lemak pun akan dioksidasi untuk memenuhi kebutuhan energi pula (oksidasi beta).

**Perubahan Sifat Kimia Protein dan Lemak Bahan Pangan Selama Pengolahan**

Banyak reaksi-reaksi kimia yang terjadi selama pengolahan pangan yang pada akhirnya berpengaruh terhadap nilai gizi, keamanan dan penerimaannya. Beberapa reaksi penting dan contoh dimana terjadinya reaksi tersebut disajikan pada Tabel di bawah. Masing-masing jenis reaksi dapat melibatkan reaktan atau substrat yang berbeda, tergantung pada jenis bahan pangan dan kondisi penanganan,pengolahan dan penyimpanan.

Komposisi bahan pangan secara umum sama, terutama terdiri dari lipid, karbohidrat dan protein, dengan demikian banyak reaksi-reaksi umum yang sama. Disamping itu, banyak reaktan untuk suatu reaksi terdapat pada sebagian besar bahan pangan. Sebagai contoh, reaksi pencoklatan nonenzimatis (*reaksi Maillard)* melibatkan senyawa karbonil yang dapat berasal baik dari gula pereduksi atau hasil oksidasi asam askorbat, hidrolisis pati dan oksidasi lipid. Oksidasi dapat melibatkan lipid, protein, vitamin, pigmen, dan lebih spesifik lagi oksidasi melibatkan triasilgliserida yang umum terdapat pada bahan pangan atau fosfolipid yang ada di sebagian bahan pangan.

Tabel 2. Reaksi Kimia Selama Pengolahan Bahan Pangan

|  |  |
| --- | --- |
| Jenis reaksi | Contoh (terjadi pada) |
| Pencoklatan nonenzimatis  Oksidasi Lipid  Hidrolisis  Interaksi logam | Pada bahan-bahan pangan yang dipanggang (menghasilkan *off-flavour*, bau dan rasa yang menyimpang), degradasi vitamin dan protein  Lipid, protein, vitamin, karbohidrat, pigmen.  Pada Kompleksasi (antosianin), kehilangan Mg dari klorofil |
| Isomerisasi | lipid Cis berubah menjadi trans |
| Polimerisasi | lipid Pada penggorengan |
| *Denaturasi protein* | *Koagulasi putih telur, inaktivasi enzim* |
| *Cross-linking* protein | pengolahan bahan berprotein pada suasana alkali |
| Perubahan glikolitik | Pada pasca mortem jaringan hewan atau pasca panen jaringan tanaman |

**Perubahan Sifat Kimiawi Protein**

Pengolahan komersial melibatkan proses pemanasan, pendinginan, pengeringan, penambahan bahan kimia, fermentasi, radiasi dan perlakuanperlakuan lainnya. Dari semua ini, proses pemanasan merupakan proses yang paling banyak diterapkan dan dipelajari.

Pengolahan daging dengan menggunakan suhu tinggi akan menyebabkan denaturasi protein sehingga terjadi koagulasi dan menurunkan solubilitas atau daya kemampuan larutnya. Denaturasi pertama terjadi pada suhu 45°C yaitu denaturasi miosin dengan adanya pemendekan otot. Aktomiosin terjadi denaturasi maksimal pada suhu 50-55°C dan protein sarkoplasma pada 55-65°C.

Denaturasi akan menyebabkan perubahan struktur protein dimana pada keadaan terdenaturasi penuh, hanya struktur primer protein saja yang tersisa, protein tidak lagi memiliki struktur sekunder, tersier dan kuartener. Akan tetapi belum terjadi pemutusan ikatan peptida pada kondisi terdenaturasi penuh. Denaturasi protein yang berlebihan dapat menyebabkan insolubilitasi yang dapat mempengaruhi sifat-sifat fungsional protein yang tergantung pada kelarutannya.

Dari sisi gizi, denaturasi parsial protein sering meningkatkan daya cerna dan ketersediaan biologisnya. Pemanasan yang moderat dapat meningkatkan daya cerna protein tanpa menghasilkan senyawa toksik. Disamping itu, dengan pemanasan yang moderat dapat menginaktivasi beberapa enzim seperti protease, lipase, lipoksigenase, amilase, polifenoloksidase, enzim oksidatif dan hidrolitik lainnya. Jika gagal menginaktivasi enzim-enzim ini maka akan mengakibatkan *off flavour*, ketengikan, perubahan tekstur, dan perubahan warna bahan pangan selama penyimpanan. Oleh karena itu, sering dilakukan inaktivasi enzim dengan menggunakan pemanasan sebelum penghancuran. Perlakuan panas yang moderat juga berguna untuk menginaktivasi beberapa faktor antinutrisi seperti enzim antitripsin dan pektin.

Keberadaan senyawa pengoksidasi dalam bahan pangan dapat berasal dari aditif seperti hidrogen peroksida dan benzoil peroksida yang ditambahkan sebagai bakterisidal pada susu atau pemutih pada tepung, dapat pula berasal dari radikal bebas yang terbentuk selama pengolahan (peroksidasi lipid, fotooksidasi riboflavin, reaksi Maillard). Selain itu, polifenol yang banyak terdapat pada bahan yang berasal dari tanaman dapat dioksidasi oleh oksigen pada pH netral atau alkali membentuk quinon sehingga terbentuk peroksida. Senyawasenyawa pengoksidasi ini dapat menyebabkan oksidasi beberapa residu asam amino dan menyebabkan polimerisasi protein. Residu asam amino yang rentan terhadap reaksi oksidasi adalah metionin, cystein/cystine, tryptofan dan histidin.

**Perubahan Sifat Kimia Lipid**

Lipid merupakan salah satu komponen utama bahan pangan selain karbohidrat dan protein. Oleh karena itu peranan lipid dalam menentukan karakteristik bahan pangan cukup besar. Reaksi yang umum terjadi pada lipid selama pengolahan meliputi hidrolisis, oksidasi dan pirolisis. Oksidasi lipid biasanya melalui proses pembentukan radikal bebas yang terdiri dari tiga proses dasar yaitu inisiasi, propagasi dan terminasi (Apriyantono 2001).

Pada tahap awal reaksi terjadi pelepasan hidrogen dari asam lemak tidak jenuh secara homolitik sehingga terbentuk radikal alkil yang terjadi karena adanya inisiator (panas, oksigen aktif, logam atau cahaya). Pada keadaan normal radikal alkil cepat bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi dimana radikal peroksi ini bereaksi lebih lanjut dengan asam lemak tidak jenuh membentuk hidroproksida dengan radikal alkil, kemudian radikal alkil yang terbentuk ini bereaksi dengan oksigen. Dengan demikian reaksi otoksidasi adalah reaksi berantai radikal bebas.

Karena laju reaksi antara radikal alkil dengan oksigen cepat, maka kebanyakan radikal bebas berbentuk radikal peroksi. Akibatnya, reaksi terminasi utama biasanya melibatkan 2 radikal peroksi. Laju oksidasi meningkat dengan meningkatnya jumlah ikatan rangkap pada asam lemak, sebagai contoh, asam linoleat (18:2) dioksidasi 10 kali lebih cepat daripada asam oleat (18:1) dan asam linoleat (18:3) dioksidasi 20-30 kali lebih cepat daripada asam oleat.

Hidroperoksida dapat terbentuk pada berbagai posisi dimana ikatan rangkap berada, sebagai contoh pada asam oleat terdapat 4 hidroperoksida yang dibedakan atas posisi peroksida yaitu dapat pada posisi 8, 9, 10 atau 11. Semakin banyak ikatan rangkap asam lemak, maka semakin banyak pula kemungkinan posisi hidroperoksida yang terbentuk. Hal ini berarti akan semakin banyak jenis produk degradasi asam lemak yang bersangkutan seperti akan dijelaskan di bawah ini.

Hidroperoksida asam lemak tak jenuh yang terbentuk karena oksidasi sangat tidak stabil dan mudah mengalami pemecahan dan membentuk berbagai senyawa flavor dan juga produk nonvolatil. Dekomposisi hidroperoksida melibatkan pemutusan gugus-OOH sehingga terbentuk radikal alkoksi dan radikal hidroksi. Radikal alkoksi kemudian mengalami pemutusan beta pada rantai C-C sehingga terbentuk aldehid dan radikal alkil. Berbagai kelas komponen dihasilkan dari degradasi lipid diantaranya hidrokarbon, aldehid, keton, asam karboksilat, alkohol dan heterosiklik. Oksidasi lipid disamping dapat menurunkan jumlah lipid yang dapat dicerna dan tersedia sebagai sumber energi juga dapat menghasilkan senyawa-senyawa radikal.

Senyawa-senyawa radikal dalam bahan pangan dapat terserap ke dalam tubuh kemudian dapat memicu terbentuknya senyawa radikal dalam tubuh. Senyawa radikal dalam tubuh dipercaya berperan dalam menentukan proses penuaan (*aging*), terjadinya aterosklerosis dan penyakit jantung koroner (CHD/ *coronary heart disease*)

**Kerusakan Lemak**

* 1. Tainting [ penyerapan bau ]
  2. Hidrolisis lemak🡪 pencoklatan pada minyak goreng—bahan banyak menyerap minyak
  3. Oksidasi lemak 🡪 pada asam lemak tidak jenuh menghasilkan radikal bebas [ hidroperoksida ] menyebabkan bau tengik/ rancidity pada lemak. Hal ini disebabkan oleh panas, cahaya, logam berat [ Cu, Fe ]. Untuk mencegah timbulnya ketengikan :

1. Ditambahkan antioksidan:

alam 🡪 tokoferol [ vit E], asam askorbat [ vit C ].

Sintetis 🡪 BHA, BHT

b. Penyimpanan di tempat gelap dan dingin

c. Wadah dari aluminium /stainless

**VITAMIN**

Vitamin adalah senyawa organic kompleks esensial untuk pertumbuhan dan fungsi biologis lain.

Karakteristik vitamin meliputi:

1. tidak disintesis oleh tubuh,kecuali Vit K
2. dibagi 2 :
   * 1. Vitamin yang larut dalam air (B & C)
     2. Vitamin yang larut dalam lemak (A,D,E & K)

**TABEL 3. VITAMIN LARUT AIR**

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | B1 (Thiamin) C12H17ON4S |
| Sumber | Hati,ginjal,susu,kacang-  kacangan,mentega,kuning telur,  ikan,kulit ari padi-padian |
| Fungsi | • koenzim dalam metabolisme  • metabolisme karbohidrat  • memelihara fungsi saraf  • memelihara system pencernaan dan  nafsu makan |
| Akibat kekurangan | • nyeri saraf  • neuron bengkak  • beri-beri dan edema  • hilang nafsu makan  • gangguan jantung & otot  • mata lemah |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | B2 (Ribloflavin) C12H20O6N4 |
| Sumber | Hati,ginjal,jantung,otak,susu,telur,  mentega, sayuran,ragi |
| Fungsi | • transmisi rangsangan cahaya ke  saraf mata  • menjaga nafsu makan  • memelihara kulit di sekitar mulut |
| Akibat kekurangan | Keilosis  Katarak  Dermatitis  Diare  Lemah otot |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | B3 (Niasin) C6H5O2N |
| Sumber | Susu,hati,ikan,telur,sayur |
| Fungsi | • pertumbuhan sel  • bersama fosfat membentuk koenzim  yg berperan dalam respirasi sel |
| Akibat kekurangan | Pellagra (dermatitis,diare,demensia) |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | B3 (Niasin) C6H5O2N |
| Sumber | Susu,hati,ikan,telur,sayur |
| Fungsi | • pertumbuhan sel  • bersama fosfat membentuk koenzim  yg berperan dalam respirasi sel |
| Akibat kekurangan | Pellagra (dermatitis,diare,demensia) |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | B5 (Asam pantotenat) C9H12O3N |
| Sumber | Ragi,hati,kuning telur,daging,buah,  sayur |
| Fungsi | • memelihara kadar gula darah  • komponen struktur koenzim-A yg  berperan dlm proses oksidasi sel |
| Akibat kekurangan | Radang kulit  Menurunnya nafsu makan  Insomnia |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | B6 (Piridoksin) C8H12O2N |
| Sumber | Sayur hijau,hati,daging,telur,susu |
| Fungsi | • memelihara keseimbangan unsure P  dan K dalam sel  • aktif dalam pembentukan antibody  dan beberapa koenzim dalam  metabolisme |
| Akibat kekurangan | Peradangan kulit  Anemia |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | B11 (asam folat) C12H12O6N7 |
| Sumber | Kacang-kacangan,ragi,hati,daging,  pisang,lemon,sayur hijau |
| Fungsi | •pembuatan koenzim untuk produksi  eritrosit  •membentuk asam nukleat untuksintesis protein |
| Akibat kekurangan | Cepat lelah  Pusing  Anemia  Peradangan saraf |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | B12(Sianokobalamin) C63H90O14N14P9 |
| Sumber | Daging,unggas,ikan,telur,susu,keju,  hati,udang,kerang |
| Fungsi | • metabolisme sel & pertumbuhan  jaringan  • pembentukan eritrosit |
| Akibat kekurangan | Depresi  Kurang nafsu makan |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | H (Biotin) C10H16O3N2S |
| Sumber | Kacang,ginjal,hati,kuning telur |
| Fungsi | • koenzim metabolisme karbohidrat,  lemak, protein |
| Akibat kekurangan | Depresi  Kurang nafsu makan |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | C (asam askorbat) C6H8O6 |
| Sumber | Jeruk,tomat,nanas,papaya,semangka,  hati,sayur |
| Fungsi | • pembentukan serabut kolagen  • menjaga elastisitas kapiler darah  • menjaga perlekatan gigi pada gusi  • koenzim reaksi katabolisme  karbohidrat & lemak |
| Akibat kekurangan | Gingivitis  Sakit pada otot  Degenerasi (pengurangan) sel epitel  Skorbut (kurang vit C) |

**TABEL 4. VITAMIN LARUT LEMAK**

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | A (Retinol) C20H30O |
| Sumber | Sayur & buah berwarna kuning,  daging, hati, susu & daging |
| Fungsi | • memelihara elastisitas epitel mata &  kulit  • pertumbuhan tulang & gigi |
| Akibat kekurangan | Seroftalmia (keringnya cairan mata)  Rabun senja  Kulit kasar  Lelah |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | D (Ergosterol = Kalsiferol) C28H44O |
| Sumber | Susu,minyak ikan, kuning telur, ragi,  sinar UV |
| Fungsi | • membantu absorbsi fosfor & kalsium  • pembentukan tulang & gigi |
| Akibat kekurangan | Rakhitis (pd bayi)  Osteomalasia (melunaknya tlg pd org  dewasa) |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | E (Tokoferol) C29H50O2 |
| Sumber | Kecambah,susu,kuning  telur,kacang,sayur hijau,biji gandum |
| Fungsi | • pembentuk eritrosit  • fungsi reproduksi  • mencegah oksidasi lemak tak jenuh |
| Akibat kekurangan | Penimbunan lemak pada otot  Kemandulan  Pecahnya eritrosit |

|  |  |
| --- | --- |
| Nama Vitamin | K (Filokinon) C31H46O2 |
| Sumber | Sayuran hijau,hati,daging |
| Fungsi | • pembekuan darah  • pembentukan protrombin dalam hat |
| Akibat kekurangan | Darah sukar membeku  Pendarahan |

**MINERAL**

Karakteristik Mineral:

1. Substansi anorganik pada umumnya ditemukan dalam bentuk ion.
2. Dibagi 2 :
   * + 1. Makroelemen : unsur yg dibutuhkan tubuh dalam jumlah banyak. Cth : Na, K, Ca, P, Mg, Cl, S
       2. Mikroelemen : unsur yg dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit. Cth : Mn, Zn, Cu, Cr, Co, Mo.

**TABEL 5. MACAM-MACAM MINERAL**

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Natrium (Na) |
| Sumber | Garam dapur |
| Fungsi | • memelihara keseimbangan cairan  tubuh.  • Memelihara keseimbangan pH  dalam sel.  • Mengatur permeabilitas sel  • Mengatur transmisi impuls saraf |
| Akibat kelebihan | Hipertensi |
| Akibat kekurangan | • Gangguan pada jantung dan ginjal  • Kejang otot  • Meningkatkan suhu tubuh |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Kalium (K) |
| Sumber | Susu, buah-buahan, padi-padian,  daging, ikan, unggas, telur,sayur |
| Fungsi | • Kofaktor pembentukan karbohidrat &  protein  • Membantu kontraksi otot dan denyut  jantung  • Mengatur pelepasan insulin dr  pancreas.  • Transmisi impuls saraf |
| Akibat kelebihan | Kejang otot |
| Akibat kekurangan | • Kelemahan otot  • Pertumbuhan terhambat  • Aritmia (denyut tidak teratur)  • Gangguan pernapasan |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Kalsium (Ca) |
| Sumber | Ikan,keju,kubis,brokoli,bit,wortel,biji-  bijian, kacang-kacangan |
| Fungsi | • Membentuk matriks tulang & gigi  • Membantu pembekuan darah  • Membantu kontraksi otot  • Transmisi impuls saraf |
| Akibat kelebihan | Hiperkalsemia |
| Akibat kekurangan | • Caries  • Osteoporosis |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Fosfor (P) |
| Sumber | Susu,kuning telur, daging,unggas, ikan,  kacang-kacangan |
| Fungsi | • Pembentukan mtriks tulang dan gigi  • Mengatur keseimbangan asam &  basa dlm darah  • Kontraksi otot  • Memacu metabolisme |
| Akibat kelebihan | Pengikisan rahang |
| Akibat kekurangan | • Osteoporosis  • rakhitis |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Magnesium (Mg) |
| Sumber | Susu,daging,padi-padian, kacang-  kacangan |
| Fungsi | • respirasi sel  • biokatalisator  • pembentukan otot,tulang dan  eritrosit |
| Akibat kelebihan | Diare, gangguan fungsi saraf |
| Akibat kekurangan | • gangguan ginjal  • gangguan kardiovaskuler  • kurangnya control emosi dan  penurunan kondisi mental |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Klor (Cl) |
| Sumber | Garam, susu, daging, telur |
| Fungsi | • komponen penyusun asam lambung  • keseimbangan asam basa, elektrolit  dan tekanan osmotic cairan tubuh |
| Akibat kelebihan | - |
| Akibat kekurangan | • gangguan pencernaan  • kontraksi otot abnormal |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Belerang (S) |
| Sumber | Telur, susu, daging, keju, buah-buahan,  kacang-kacangan |
| Fungsi | • komponen penyusun beberapa  vitamin (biotin,thiamin & pantotenat)  • activator enzim |
| Akibat kelebihan | - |
| Akibat kekurangan | • mengganggu pertumbuhan |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Besi (Fe) |
| Sumber | Daging, ikan, hati, unggas, susu, telur,  sayuran hijau, tepung gandum |
| Fungsi | • respirasi seluler  • membentuk Hb |
| Akibat kelebihan | Sirosis hepatic |
| Akibat kekurangan | • lesu  • pusing  • anemia besi |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Yodium (I) |
| Sumber | Ikan laut,minyakikan,sayuran hijau,  garam beryodium |
| Fungsi | • membantu fungsi kelenjar tiroid,  pembentukan hormone tiroksin |
| Akibat kelebihan | - |
| Akibat kekurangan | • penyakit gondok (goiter)  • kretinisme (kerdil krn kekurangan  hormone tiroksin) |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Seng (Zn) |
| Sumber | Ikan laut,kerang,hati,tiram,daging, susu,  telur |
| Fungsi | • membantu metabolisme  • pertumbuhan & reproduksi |
| Akibat kelebihan | - |
| Akibat kekurangan | • kekerdilan  • anemia |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Fluor (F) |
| Sumber | Susu,kuning telur,ikan,garam |
| Fungsi | • menguatkan matriks gigi dan tulang |
| Akibat kelebihan | Staining pd gigi  Kerapuhan gigi  Impuls saraf terganggu |
| Akibat kekurangan | • caries  • osteoporosis |

|  |  |
| --- | --- |
| Unsur | Tembaga (Cu) |
| Sumber | Kacang-kacangan,kerang,hati,ginjal |
| Fungsi | • pembentukan Hb dan eritrosit  • memelihara fungsi saraf  • sintesis hormone |
| Akibat kelebihan | Pusing  lesu  Sakit kepala |
| Akibat kekurangan | • anemia  • gangguan system saraf |

**RANGKUMAN**

Berdasarkan pembahasan tentang kimia pangan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Fungsi karbohidrat adalah menyediakan energi bagi tubuh,pemberi rasa manis pada makanan,penghemat protein, pengatur metabolisme lemak dan membantu pengeluaran feses. Pengaruh adanya KH dalam bahan pangan**:** Kemanisan dan Pencoklatan [ *browning* ]
2. Komposisi dan sifat lemak:
   1. Kelompok lipida
   2. Tidak larut dalam air
   3. Larut dalam pelarut lemak: alcohol, eter, benzene, chloroform
   4. Terdiri dari molekul trigliserida
3. Sifat- Sifat Kimia Protein
   * 1. Ada protein yang larut dalam air, contoh: albumin telur, laktalbumin dalam susu.
     2. Ada protein yang tidak larut dalam air, contoh: miosinogen dalam otot dan ovoglobulin dalam kuning telur.
     3. Semua protein tidak larut dalam pelarut lemak
4. Vitamin adalah senyawa organic kompleks esensial untuk pertumbuhan dan fungsi biologis lain, tidak disintesis oleh tubuh,kecuali Vitamin K
5. Mineral adalahsubstansi anorganik pada umumnya berbentuk ion terbagi menjadi makromineral dan mikromineral.

**LATIHAN SOAL**

1. Jelaskan fungsi komponen kimia air dalam bahan pangan!
2. Jelaskan pengaruh KH dalam bahan pangan!
3. Jelaskan fungsi protein!
4. Jelaskan sifat kimia protein!
5. Jelaskan tentang denaturasi protein dan factor-faktor yang berpengaruh!
6. Jelaskan fungsi lemak!
7. Jelaskan perbedaan karakteristik lemak dengan minyak!
8. Jelaskan perubahan sifat kimia lemak selama pengolahan!
9. Jelaskan sistematika vitamin berdasarkan kelarutannya dalam air dan lemak!
10. Jelaskan pembagian unsur mineral berdasarkan jumlah yang dibutuhkan oleh tubuh!