

Bab VIII

Biomolekul



Tujuan Pembelajaran

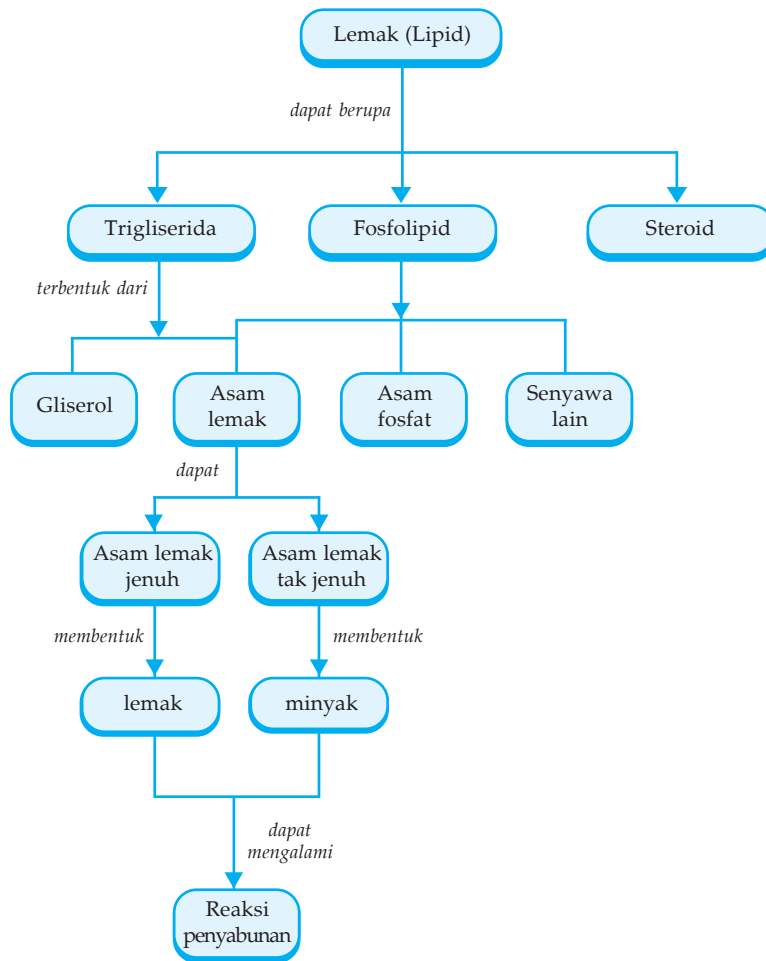
- Setelah mempelajari materi bab ini Anda dapat mengetahui struktur, nama, klasifikasi, sifat dan kegunaan dari karbohidrat, protein dan lemak.

Karbohidrat, protein dan lemak merupakan tiga golongan senyawa organik yang penting dalam makhluk hidup yang dikenal dengan biomolekul. Karbohidrat dan lemak sebagai sumber energi bagi tubuh sedangkan protein selain sumber juga berfungsi sebagai pengganti sel-sel yang rusak dan untuk pertumbuhan. Apa yang terjadi bila tubuh kita kekurangan senyawa organik tersebut? Tentunya tubuh kita menjadi lemas tidak betenaga dan tidak dapat tumbuh secara normal.

Pada bab ini akan kita bahas tentang struktur, nama, klasifikasi, sifat dan kegunaan dari karbohidrat, protein, dan lemak. Karbohidrat digolongkan menjadi monosakarida. Protein merupakan polimer alam yang tersusun dari asam-asam amino. Lemak merupakan ester dari gliserol dengan asam-asam lemak.

Kata Kunci

- karbohidrat
- ikatan peptida
- protein
- asam amino
- polisakarida
- monosakarida
- disakarida
- lemak



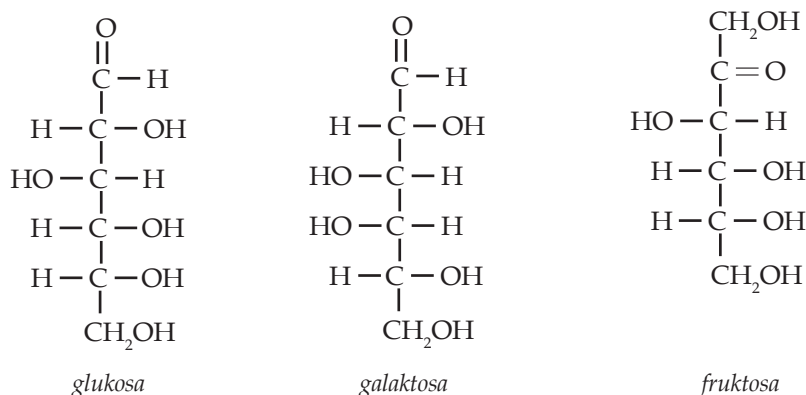
A. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu bahan makanan yang penting dan tersebar luas dalam jaringan binatang maupun tumbuh-tumbuhan. Karbohidrat adalah senyawa yang memiliki rumus umum $C_n(H_2O)_m$ dengan harga n dan m bisa sama atau berbeda. Namun demikian ada senyawa bukan karbohidrat yang memiliki rumus $C_n(H_2O)_m$, misalnya asam etanoat CH_3COOH dapat ditarik rumus $C_n(H_2O)_2$. Rumus umum karbohidrat $C_n(H_2O)_m$ tetap digunakan karena semua karbohidrat memenuhi rumus tersebut, misalnya glukosa $C_6H_{12}O_6$ dapat dituliskan $C_6(H_2O)_6$.

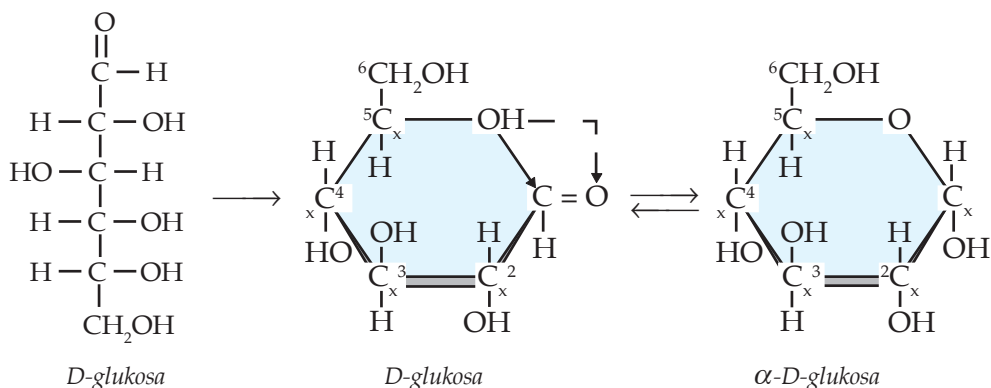
Berdasarkan gugus fungsinya karbohidrat merupakan polihidroksialdehid atau polihidroksiketone. Berdasarkan reaksi hidrolisisnya karbohidrat digolongkan menjadi monosakarida, disakarida, dan polisakarida.

1. Monosakarida

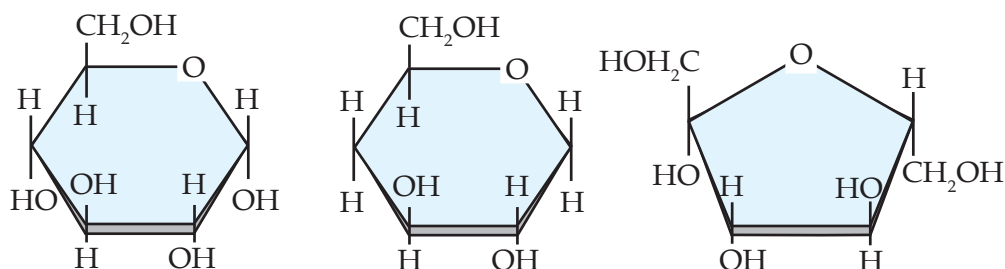
Monosakarida adalah satuan unit terkecil dari karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis lagi menjadi molekul karbohidrat yang lebih kecil. Berdasarkan gugusnya, monosakarida digolongkan menjadi golongan aldosa (mengandung gugus aldehyd) dan ketosa (mengandung gugus keton). Golongan aldosa terdiri atas glukosa dan galaktosa sedang yang termasuk ketosa adalah fruktosa. Perhatikan struktur monosakarida berikut dalam proyeksi Fischer:



Struktur monosakarida dengan rantai terbuka di atas hanya dijumpai dalam bentuk larutan. Dalam bentuk padat monosakarida memiliki struktur siklis (siklohemiasetal dan siklohemiketal). Bila struktur monosakarida tersebut dilipat melingkar atom karbon 6 dari glukosa mendekati gugus aldehyd kemudian gugus aldehyd dan hidroksil bereaksi sehingga terbentuk struktur siklis sebagaimana dikemukakan oleh Tollens.



Oleh Howarth diusulkan rumus dalam bentuk ruang berupa segi enam. Perhatikan rumus Howarth dari glukosa, galaktosa dan fruktosa berikut ini:



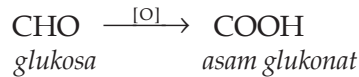
Cincin segi enam pada glukosa dan galaktosa disebut *cincin piran* dan cincin segi lima pada fruktosa disebut *cincin furan*. Jumlah isomer monosakarida dinyatakan dengan 2^n dimana n adalah banyaknya atom C asimetris (atom C kiral). Sebagai contoh: glukosa memiliki 4 atom C asimetris (C nomor 2, 3, 4, dan 5), sehingga jumlah isomer glukosa $2^4 = 16$.

Sifat-sifat glukosa adalah sebagai berikut.

- Glukosa berupa zat padat berwarna putih yang mudah larut dalam air. Adanya gugus $-OH$ dalam molekul glukosa menyebabkan glukosa bersifat polar dan terjadi ikatan hidrogen baik antar molekul glukosa maupun dengan air.
- Glukosa bersifat optis aktif putar kanan sehingga disebut dekstrosa. Larutan glukosa yang baru memiliki daya putar 113° kemudian menjadi 52° . Peristiwa perubahan besarnya daya putar bidang polarisasi disebut *mutarotasi*. Hal ini menunjukkan adanya dua bentuk glukosa, yaitu α -glukosa dan β -glukosa.

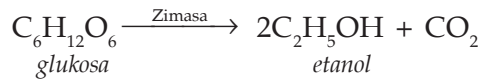
Glukosa alam adalah α -glukosa sedang β -glukosa diperoleh dari sintesis. Bila β -glukosa dilarutkan dalam air menunjukkan daya putar 19° , kemudian berubah menjadi 52° .

- c. Dapat dioksidasi (dapat mereduksi) menjadi asam glukonat.



Berdasar reaksi ini adanya glukosa dapat diidentifikasi dengan pereaksi Fehling dan Tollens.

- d. Dapat mengalami fermentasi (peragian) menjadi alkohol dan gas CO_2 dengan enzim zimasa.



Sifat-sifat fruktosa adalah sebagai berikut.

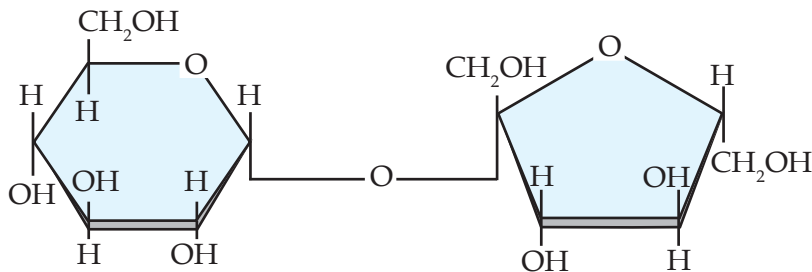
- Fruktosa berupa zat padat berwarna putih mudah larut dalam air.
- Bersifat optis aktif putar kiri, sehingga disebut levulosa.
- Dapat mereduksi larutan fehling dan tollens
- Dapat mengalami fermentasi menjadi alkohol dan karbondioksida.

2. Disakarida

Disakarida adalah karbohidrat yang pada hidrolisisnya terurai menjadi dua molekul monosakarida. Dua molekul monosakarida dalam disakarida dihubungkan melalui ikatan $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ yang disebut ikatan glikosida. Rumus molekul disakarida adalah $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Disakarida yang penting adalah sukrosa (gula tebu), maltosa (gula pati), dan laktosa (gula susu).

a. Sukrosa (Gula Tebu)

Sukrosa tersusun dari molekul glukosa dan fruktosa dengan rumus struktur sebagai berikut:



Sifat-sifat sukrosa adalah:

- Bersifat optis aktif putar kanan.
- Tidak dapat mereduksi larutan fehling dan tollens.
- Dapat mengalami hidrolisis menghasilkan glukosa dan fruktosa dengan enzim invertase.

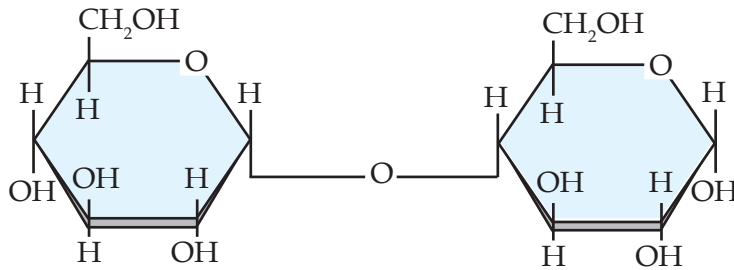


Pada hidrolisis ini disertai inversi, yaitu perubahan arah putar bidang polarisasi cahaya dari arah kanan ke kiri (sehingga sukrosa disebut gula invert)

- 4) Larut dalam air
- 5) Pada pemanasan yang kuat menghasilkan karamel.

b. Maltosa (Gula Pati)

Maltosa tersusun dari dua molekul glukosa.



Sifat-sifat maltosa:

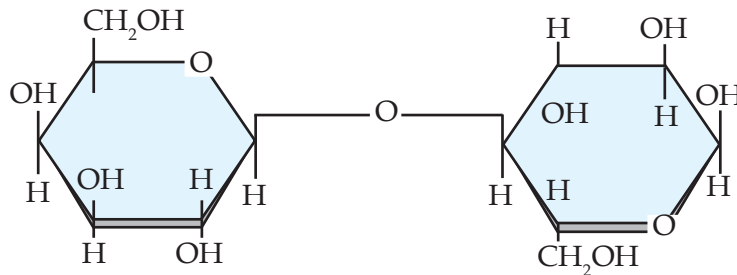
- 1) Dapat mereduksi larutan fehling maupun tollens
- 2) Dapat dihidrolisis menghasilkan glukosa dengan enzim maltase



- 3) Larut dalam air
- 4) Bersifat optis aktif putar kanan

c. Laktosa

Laktosa tersusun dari molekul glukosa dan galaktosa.



Sifat-sifat laktosa adalah:

- 1) dapat mereduksi larutan fehling
- 2) dapat dihidrolisis menghasilkan glukosa dan galaktosa dengan enzim laktase



- 3) sedikit larut dalam air
- 4) bersifat optis aktif putar kanan

Soal Kompetensi 8.1

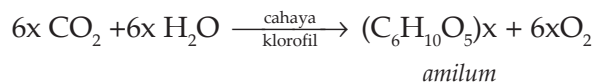
1. Apakah yang dimaksud dengan karbohidrat? Berikan contoh!
2. Apakah perbedaan dan persamaan antara glukosa dengan fruktosa?
3. Apakah yang dimaksud dengan istilah berikut:
 - a. Gula pereduksi
 - b. Inversi
 - c. Mutarotasi
 - d. Ikatan glikosida
4. Bagaimana cara membedakan sukrosa dengan laktosa di laboratorium?
Tuliskan persamaan reaksinya!
5. Suatu senyawa A dengan rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$ dapat mereduksi larutan fehling menghasilkan endapan merah bata. Bila senyawa A dihidrolisis menghasilkan molekul B, tentukan rumus molekul dan rumus struktur senyawa A dan B!

3. Polisakarida

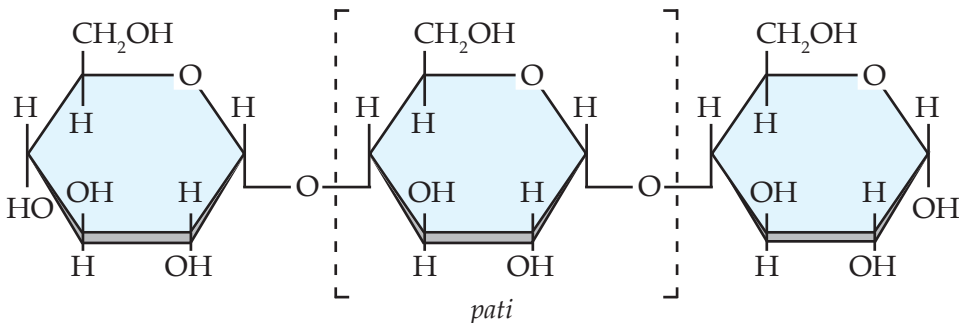
Polisakarida merupakan polimer alam yang tersusun dari D-glukosa dengan rumus umum $(C_6H_{10}O_5)_n$. Semua polisakarida sukar larut dalam air dan tidak dapat mereduksi larutan fehling. Polisakarida yang penting yaitu amilum, glikogen, dan selulosa.

a. Amilum (Pati)

Amilum (pati) merupakan sumber karbohidrat yang paling penting yang terbentuk dari proses fotosintesis tumbuhan:



Molekul pati tersusun dari satuan-satuan glukosa dengan ikatan glikosida sebagai berikut.



Sifat-sifat amilum (pati) adalah sebagai berikut.

1. Pati tidak larut dalam air dan memberi warna biru dengan larutan iodium.
2. Pati terdiri atas dua bagian, bagian yang lurus disebut amilosa dan bagian yang bercabang disebut amilopektin.
3. Tidak dapat mereduksi pereaksi fehling.
4. Hidrolisis pati dengan asam encer menghasilkan glukosa.

Pada hidrolisis pati terjadi zat antara yaitu dekstrin. Dekstrin masih merupakan polisakarida dan digunakan untuk perekat. Dekstrin dengan iodium memberikan warna merah.

b. Glikogen

Glikogen adalah polisakarida yang disimpan dalam tubuh hewan (dalam hati) sebagai cadangan karbohidrat.

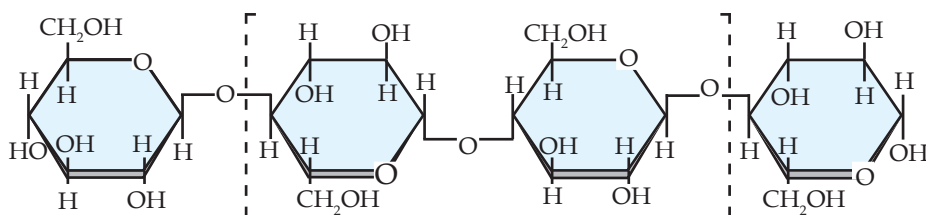
Sifat-sifat glikogen adalah sebagai berikut.

1. Glikogen disebut juga pati hewan yang tidak larut dalam air dengan iodium memberi warna merah.
2. Pada hidrolisis dengan enzim amilosa (dari pankreas) terurai menjadi maltosa dan kemudian menjadi glukosa.
3. Tidak dapat mereduksi pereaksi fehling.

c. Selulosa

Selulosa merupakan polisakarida penyusun dinding sel tumbuh-tumbuhan. Kapas sebagian besar terdiri atas selulosa.

Susunan molekul glukosa dalam selulosa adalah sebagai berikut:



Sifat-sifat selulosa:

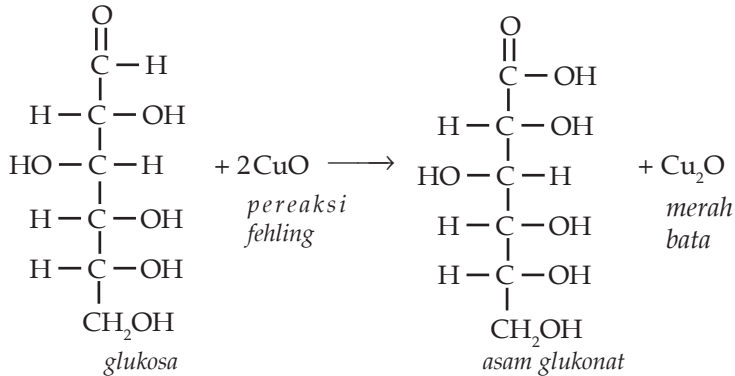
1. Selulosa tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pereaksi Scheitzer, yaitu larutan tetramino tembaga (II) hidroksida.
2. Selulosa tidak dapat dicerna oleh manusia tetapi dapat dicerna oleh sapi dan hewan lain dengan bantuan bakteri. Dengan asam encer dapat terhidrolisis menjadi glukosa.
3. Dengan HNO_3 pekat dan H_2SO_4 pekat terjadi selulosa nitrat yang digunakan untuk pembuatan film dan cat semprot.

Kegunaan selulosa yang penting adalah untuk rayon dan kertas. Polisakarida yang lain adalah inulin pada pati dahlia dan kitin pada invertebrata.

Reaksi mengenal karbohidrat adalah sebagai berikut.

1. Uji Fehling

Glukosa, galaktosa, maltosa mengandung gugus aldehyd, ($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$) sehingga dengan pereaksi Fehling memberikan uji yang positif yang ditandai dengan terbentuknya endapan merah. Fruktosa meskipun tidak mengandung gugus aldehyd juga menimbulkan endapan merah dengan pereaksi fehling karena banyak mengandung gugus hidroksil. Sehingga gula-gula tersebut disebut gula pereduksi (mereduksi pereaksi fehling), contoh:

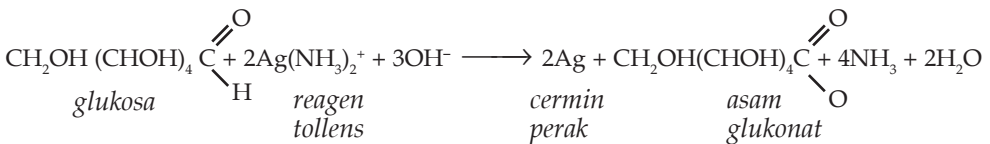


Sukrosa dan polisakarida tidak menimbulkan endapan merah dengan larutan fehling, karena gugus aldehydnya sudah hilang.

2. Uji Tollens

Uji positif terhadap pereduksi (glukosa, galaktosa, dan maltosa) yang ditandai dengan terbentuknya cermin perak pada dinding tabung.

Contoh:



3. Uji Iodium

Uji ini dapat membedakan antar amilum, glikogen dan selulosa.

Amilum + I₂ → biru

Glikogen + I₂ → merah coklat

Selulosa + I₂ → negatif

Agar lebih memahami sifat-sifat karbohidrat lakukanlah kegiatan berikut!



Kegiatan Ilmiah 8.1

Beberapa Uji Karbohidrat

Tujuan:

Membedakan glukosa dengan sukrosa

Alat dan bahan

- Tabung reaksi
- Gelas ukur
- Kaca arloji
- Pipet tetes
- Pereaksi fehling
- Larutan glukosa 0,1 M
- Larutan sukrosa 0.1 M
- Larutan iodin 0.1 M
- Larutan NaOH 6 M, H₂SO₄
- Amilum, kapas, kertas saring

Langkah kerja:

1. Masukkan kira-kira 2 mL larutan glukosa 0,1 M ke dalam tabung reaksi A dan 1 mL larutan sukrosa 0,1 M ke dalam reaksi B!
2. Tambahkan 1 mL pereaksi fehling ke dalam tabung reaksi A dan B!
3. Panaskan kedua campuran dalam tabung reaksi A dan B dalam pemanas air dan amatilah yang terjadi!

Hasil Pengamatan:

No.	Larutan	Sebelum ditambah Pereaksi Fehling	Setelah ditambah Pereaksi Fehling
1.	glukosa 0.1 M	...	...
2.	sukrosa 0,1 M	...	...

Tujuan:

Melakukan uji terhadap selulosa dan amilum

Langkah Kerja:

1. Tambahkan 3 tetes larutan iod pada kertas saring atau kapas dalam kaca arloji dan catat perubahan yang terjadi!
2. Ulangi langkah 1 tersebut dengan mengganti kertas saring dengan amilum!
3. Letakkan beberapa potong kertas saring dalam lumpang porselen! Tambahkan 8 -10 tetes H₂SO₄ pekat tetes demi tetes sambil terus digerus sampai larut. Tambahkan 15 mL air. Pindahkan larutan ke dalam gelas kimia dan didihkan. Netralkan larutan dengan larutan NaOH 6 M (gunakan lakmus untuk mengetahui keadaan netralnya). Ujilah larutan yang netral tersebut dengan larutan fehling! Catat hasil pengujian yang terjadi!
4. Ulangi langkah ke-3 tersebut dengan menggunakan amilum!

Hasil Pengamatan:

No.	Proses yang Terjadi	Pengamatan
1.	Kertas saring, kapas + larutan Iod	....
2.	Amilum + larutan Iod	....
3.	Kertas Saring + H ₂ SO ₄	Hasilnya + larutan Fehling
4.	Amilum + H ₂ SO ₄ , hasilnya + larutan fehling	....

Pertanyaan:

1. Apakah fungsi larutan H₂SO₄ pada percobaan Anda?
2. Zat apakah yang dihasilkan pada percobaan ke 3 dan 4?
3. Buatlah laporan hasil percobaan untuk dipresentasikan di depan kelas!

Soal Kompetensi 8.2

1. Suatu zat makanan ditetesi dengan larutan iodin menimbulkan warna biru. Senyawa apakah yang terkandung dalam zat makanan tersebut?
2. Bagaimana cara membedakan amilum dengan glikogen di laboratorium?
3. Mengapa selulosa tidak dapat dicerna dalam tubuh kita?
4. Apakah perbedaan dan persamaan dari amilum, glikogen, dan selulosa?
5. Sebutkan sumber/bahan yang mengandung:
 - a. Amilum
 - b. Selulosa
 - c. Glikogen
6. Jelaskan perbedaan amilosa dengan amilopektin!
7. Apakah hasil hidrolisis sempurna dari amilum, glikogen, dan selulosa?
8. Polisakarida (amilum, glikogen, dan selulosa) merupakan polimer. Tergolong polimer apakah ketiga polisakarida tersebut bila ditinjau dari:
 - a. Asalnya
 - b. Jenis monomer
 - c. Reaksi polimerisasinya
9. Buatlah rancangan percobaan hidrolisis selulosa dan bagaimana cara mengidentifikasi hasil hidrolisisnya
10. Apakah kegunaan polisakarida berikut dalam kehidupan sehari-hari dan industri.
 - a. Amilum
 - b. Selulosa

B. Protein

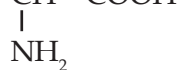
Protein merupakan polimer alam yang tersusun dari asam-asam amino melalui ikatan peptida, sehingga protein juga disebut sebagai polipeptida. Di dalam tubuh kita protein berfungsi sebagai zat pembangun, pengatur, pertahanan, dan sebagai sumber energi setelah karbohidrat dan lemak. Protein dapat digolongkan berdasarkan strukturnya, bentuknya, dan fungsinya.

Asam-asam amino penyusun protein sekitar 20 jenis asam amino. Masa molekul relatif protein berkisar antara 6.000 hingga jutaan. Unsur utama penyusun protein terdiri atas C, H, O, dan N. Beberapa protein juga mengandung unsur S dan R.

Marilah kita pelajari terlebih dahulu asam amino yang merupakan monomer dari protein, baru kemudian kita pelajari protein.

1. Asam Amino

Asam amino merupakan senyawa yang memiliki gugus asam karboksilat ($-\text{COOH}$) dan gugus amina $-\text{NH}_2$. Secara umum asam amino dirumuskan dengan

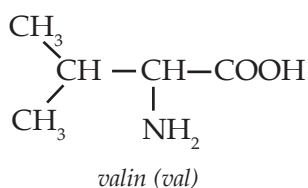
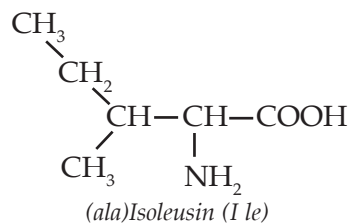
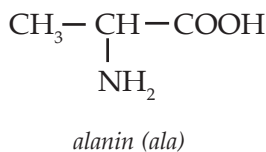
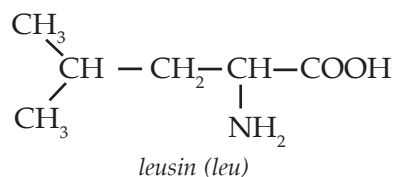
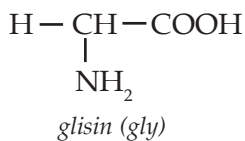


Bila gugus $-\text{NH}_2$ terikat pada atom C setelah gugus karboksilat ($-\text{COOH}$) maka termasuk asam alfa (α) amino, selanjutnya β amino dan γ amino.

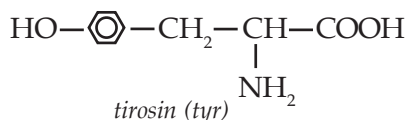
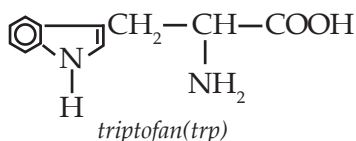
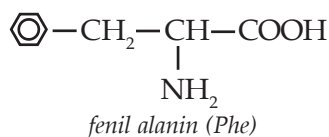
Asam amino di alam pada umumnya terdapat sebagai asam alfa (α) amino, sehingga yang kita pelajari adalah asam alfa (α) amino.

Asam amino dapat dibedakan berdasarkan gugus R (rantai samping) sebagai berikut.

a. Dengan rantai samping alifatik.



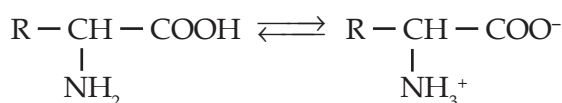
f. Yang mengandung cincin aromatik



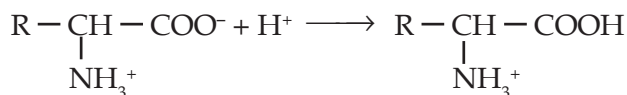
Meskipun terdapat sekitar 300 jenis asam amino di alam, hanya 20 yang terdapat dalam protein. Dari 20 jenis asam amino ini hanya 10 asam amino yang dapat disintesis dalam tubuh yang dikenal dengan *asam amino nonesensial*, dan yang 10 lainnya tidak dapat disintesis dalam tubuh yang dikenal dengan nama asam *amino esensial*. Asam amino esensial terdiri atas arginin, isoleusin, leusin, metionin, treonin, triptofan, dan valin.

Sifat-Sifat Asam Amino

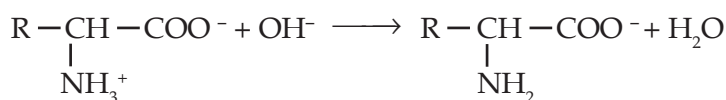
1. Asam amino memiliki gugus karboksil ($-\text{COOH}$) yang bersifat asam (dapat melepaskan H^+) dan gugus amina yang bersifat basa (dapat menerima H^+). Oleh karena itu, asam amino bersifat amfoter (dapat bereaksi dengan asam dan basa).
2. Asam amino (kecuali glisin) memiliki atom C asimetris, sehingga asam amino bersifat optis aktif artinya dapat memutar bidang cahaya terpolarisasi.
3. Oleh karena asam amino memiliki gugus yang bersifat asam dan gugus yang bersifat basa, maka molekul asam amino dapat mengalami reaksi asam-basa intra molekul membentuk ion zwitter yaitu ion yang bermuatan ganda (positif dan negatif).



Bila asam amino direaksikan dengan asam, maka asam amino bertindak sebagai basa (anion) yang akan menerima H^+ dari asam.



Bila asam amino direaksikan dengan basa, maka asam amino bertindak sebagai asam (kation) yang akan melepas H^+ .



c. Penggolongan Protein

1) Berdasar Fungsi Biologinya

Berdasarkan fungsi biologinya protein diklasifikasikan menjadi 7 golongan sebagai berikut.

a) *Enzim*

Enzim merupakan golongan protein yang terbesar dan sangat penting dalam tubuh makhluk hidup. Fungsi enzim adalah sebagai katalisator yang spesifik pada reaksi kimia dalam makhluk hidup. Enzim dapat mempercepat reaksi kimia tanpa terjadi kenaikan suhu, perubahan pH, dan hasil reaksi tambahan seperti yang terjadi pada reaksi-reaksi kimia biasa.

Contoh: pepsin, tripsin, ribonuklease

b) *Protein Pembangun.*

Protein pembangun berfungsi sebagai zat pembentuk struktur baik yang baru maupun mengganti sel yang rusak.

Contoh: Glikoprotein dalam dinding sel
 α – keratin dalam kulit

c) *Protein Transpor*

Protein transpor mempunyai kemampuan mengikat dan memindahkan molekul atau ion spesifik melalui aliran darah.

Contoh:

- Hemoglobin dalam sel darah merah berfungsi sebagai alat pengangkut oksigen dalam darah
- Mioglobin sebagai alat pengangkut oksigen dalam jaringan otot

d) *Protein Pelindung (Antibodi)*

Protein pelindung berfungsi melindungi organisme dari serangan penyakit.

Contoh:

- Immunoglobulin (antibodi) dapat menetralkan bakteri, virus, dan antigen (protein asing).
- Fibrinogen dan trombin merupakan protein penggumpal darah bila terjadi luka.

e) *Protein Pengatur (Hormon)*

Protein pengatur berfungsi mengatur aktivitas sel.

Contoh: Insulin mengatur metabolisme glukosa.

f) *Protein Cadangan*

Protein cadangan disimpan untuk berbagai proses metabolisme dalam tubuh.

Contoh: Kasein pada susu
Ovalbumin pada putih telur

g) *Protein Kontraktil*

Protein kontraktil memberikan kemampuan pada sel dan organisme untuk berubah atau bergerak.

Contoh: Aktin dan miosin berperan dalam sistem kontraksi otot rangka.

2) Berdasar Bentuknya

Berdasar bentuknya protein digolongkan menjadi dua, yaitu protein globular dan protein serabut. Protein globular memiliki rantai polipeptida berlipat rapat menjadi bentuk bulat padat (globular), yang memiliki fungsi gerak.

Contoh: Hemoglobin dan enzim

Protein serabut memiliki fungsi pelindung, contoh: L-keratin pada rambut dan kolagen pada urat.

3) Berdasarkan Komposisi Kimia

Berdasarkan komposisi kimianya, protein dibedakan menjadi protein sederhana dan protein terkonjugasi. Protein sederhana hanya tersusun dari asam-asam amino. Contoh: enzim ribonuklease.

Pada protein terkonjugasi asam amino juga terikat gugus lain

Contoh: Lipoprotein, protein yang terkonjugasi lipid (lemak)

Glikoprotein, protein yang terkonjugasi karbohidrat

Fosfoprotein, protein yang terkonjugasi gugus fosfat

Beberapa reaksi pengenalan protein.

1. Reaksi Biuret

Reaksi biuret adalah reaksi yang umum untuk protein (ikatan peptida). Bila protein ditetesi dengan larutan NaOH, kemudian larutan CuSO_4 encer (2%) maka akan terbentuk warna ungu. Reaksi ini berdasar adanya gugusan peptida.

2. Reaksi Millon

Reaksi Millon digunakan untuk mengidentifikasi adanya tirosin pada protein. Bila protein yang mengandung tirosin dipanaskan dengan merkuri nitrat $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ yang mengandung asam nitrit, maka akan terjadi jonjot merah.

3. Reaksi Xantoproteat

Reaksi Xantoproteat untuk menguji protein yang mengandung gugus fenol (cincin benzena). Bila protein yang mengandung cincin benzena ditambah HNO_3 pekat dan kemudian dibuat alkalis maka akan terjadi warna kuning.

4. Uji Terhadap Belerang

Untuk menguji adanya belerang dalam protein maka ke dalam protein ditambahkan larutan NaOH pekat dan dipanaskan, kemudian ditambahkan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Adanya belerang ditandai terjadinya endapan hitam dari Pbs.

Untuk lebih memahami sifat dan identifikasi protein lakukan kegiatan berikut.



Kegiatan Ilmiah 8.2

Uji Protein

Tujuan:

Menentukan ikatan-ikatan yang ada dalam protein yang terdapat dalam putih telur.

Protein dalam putih telur dibentuk dari asam-asam amino tertentu dan bila diuji dengan cara-cara di bawah ini akan memberikan hasil positif. Ikatan peptida dalam protein diuji dengan tes biuret.

Inti benzena dalam asam-asam amino dan senyawa lain diuji dengan tes Zantropoteat

Ikatan S – S atau S – H dalam asam amino diuji dengan menggunakan kertas Pb – asetat.

Alat dan Bahan:

- Pipet tetes
- Gelas kimia 100 ml
- Tabung reaksi biasa dan rak
- Penjepit tabung
- Alat pembakar
- Larutan putih telur 1 : 2
- Larutan tembaga (II) sulfat 1%
- Larutan natrium hidroksida 1 M dan 6 M
- Susu, agar-agar, kapas, dan nitrat pekat
- Larutan asam asetat 2 M
- Larutan timbal (II) asetat
- Kertas saring

Langkah Kerja:

- Larutkan putih telur 1 : 2 dibuat dengan mencampur satu bagian putih telur dengan dua bagian air.

A. Tes Biuret

1. Pada 1 mL larutan putih telur ditambahkan 2 – 3 tetes larutan tembaga (II) sulfat 1%. Kemudian 1 mL larutan NaOH 0,1 M (diencerkan dari larutan 1 M). Campurkan baik-baik dan amati perubahan yang terjadi.

- Ulangi langkah 1 dengan menggunakan susu, gelatin agar-agar, dan kapas. Bila ada yang tidak mudah larut setelah ditambahkan larutan NaOH, panaskan dahulu beberapa menit hingga semua larut lalu dinginkan (pemanasan dilakukan dalam pemanas air).

B. Tes Xanthoproteat

- Pada 1 mL larutan putih telur ditambahkan 2 tetes asam nitrat pekat. Panaskan 1 – 2 menit. Amati warna yang terjadi setelah dingin tambahkan larutan NaOH 1 M tetes demi tetes hingga berlebihan. Perubahan apa yang terjadi?
- Ulangi langkah 1 dengan menggunakan susu, gelatin, agar-agar dan kapas. Jika zat padat yang digunakan, tambahkan terlebih dahulu 5 – 10 tetes air sebelum diberi pereaksi!

C. Tes untuk Membuktikan Ikatan S – S atau S – H dalam Asam Amino

- Ke dalam tabung reaksi yang diberi larutan NaOH 6 M sebanyak kira-kira 0,5 mL, tambahkan 1 mL larutan putih telur. Didihkan selama 2 menit, lalu dinginkan. Kemudian asamkan dengan kira-kira 2 mL asam asetat 2 M.

Tutuplah mulut tabung dengan kertas saring yang telah dicelup ke dalam larutan timbal (II) asetat. Panaskan tabung reaksi itu dan amati perubahan yang terjadi pada kertas timbal (II) asetat.

- Ulangi percobaan ini dengan menggunakan susu, gelatin, agar-agar dan kapas. Zat-zat ini tidak perlu dilarutkan dulu, dapat berupa zat padat dengan jumlah yang sesuai dengan jumlah putih telur yang digunakan. Ukurlah kira-kira saja. Catat semua pengamatan Anda.

Hasil Pengamatan:

No.	Zat yang Diuji	Tes Biuret	Tes Zanthoproteat	Tes Ikatan S – S atau S – H
1.	Putih telur	....	....	....
2.	a. Susu	....	....	....
	b. Gelatin	....	....	....
	c. Agar-agar	....	....	....
	d. Kapas	....	....	....

Pertanyaan:

- Zat manakah yang mengandung ikatan peptida?
- Tunjukkan bagaimana terjadinya ikatan peptida dari dua asam amino?

Laporan:

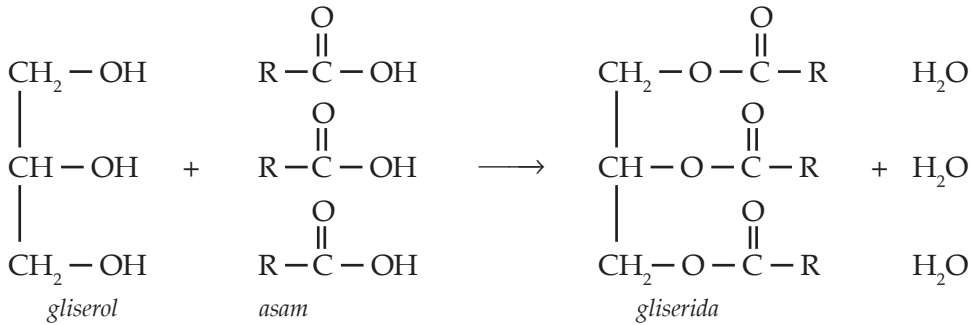
Buatlah laporan hasil percobaan kemudian presentasikan di depan kelas dan diskusikan secara kelompok

Soal Kompetensi 8.3

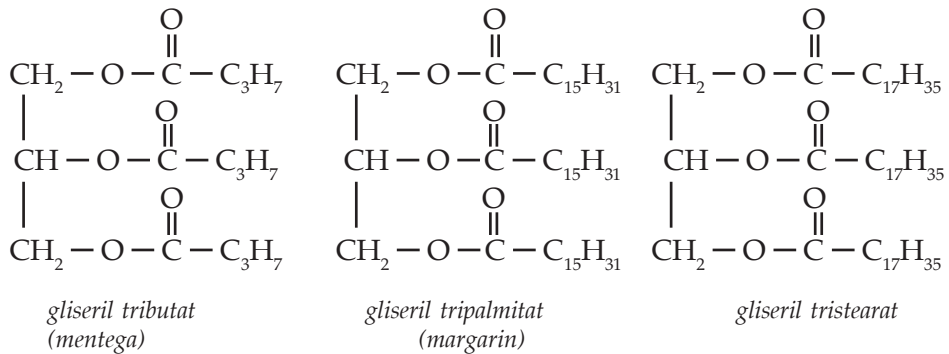
1. Bagaimanakah cara mengidentifikasi adanya protein dalam bahan makanan?
2. Apakah yang dimaksud glikoprotein? Berikan contohnya!
3. Apakah yang dimaksud denaturasi protein? Sebutkan hal-hal yang menyebabkan terjadinya denaturasi protein!
4. Mengapa protein yang mengalami denaturasi menjadi kehilangan fungsi biologisnya?
5. Apakah urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ menunjukkan uji yang positif terhadap uji biuret?
6. Apakah yang dimaksud struktur kuarterner protein?
7. Suatu sampel ditetesi larutan NaOH, kemudian larutan tembaga (II) sulfat yang encer menghasilkan warna ungu. Bila sampel dipanaskan dengan HNO_3 pekat kemudian dibuat alkalis dengan NaOH terjadi warna jingga. Apakah yang dapat anda simpulkan dari uji di atas?
8. Suatu sampel memberi hasil yang positif terhadap uji ninhidrin dan biuret tetapi negatif terhadap penambahan larutan NaOH dan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Kesimpulan apakah yang dapat diperoleh dari fakta tersebut?
9. Apakah yang dimaksud dengan enzim? Berikan contohnya!
10. Bila 20 molekul glisin berpolimerisasi membentuk polipeptida. Berapakah massa molekul relatif polipeptida yang terbentuk? $A_r, \text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{N} = 14, \text{O} = 16$.

C. Lemak dan Minyak

Lemak dan minyak merupakan ester-ester dari gliserol dengan asam-asam lemak suku tinggi. Ester-ester tersebut dikenal dengan gliserida.



Beberapa contoh lemak adalah:



Perbedaan lemak dengan minyak adalah dalam hal asam pembentuknya. Lemak terbentuk dari asam lemak jenuh dan gliserol, sedangkan minyak terbentuk dari asam lemak tak jenuh dengan gliserol.

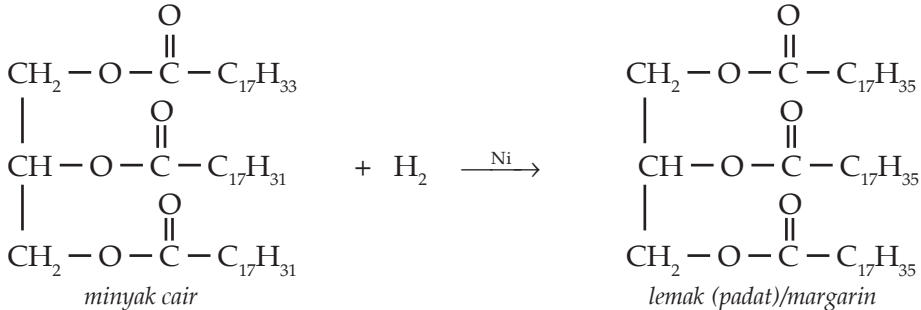
Asam-asam lemak jenuh : $\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$ asam miristat
 $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ asam palmitat
 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ asam stearat

Asam-asam lemak tak jenuh : $\text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COOH}$ asam palmitoleat
 $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ asam oleat
 $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ asam linoleat
 $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$ asam linolenat

Reaksi-Reaksi Lemak dan Minyak

1. Hidrogenasi Minyak

Ikatan rangkap pada minyak dapat dijenhkan dengan cara hidrogenasi sehingga menjadi lemak padat.

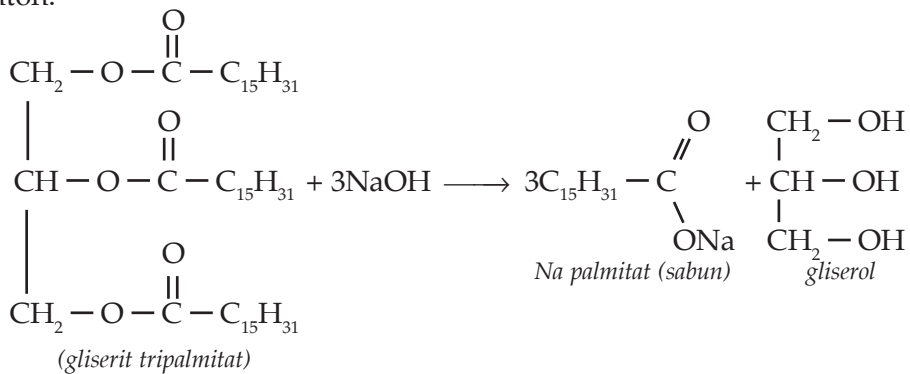


Untuk menunjukkan derajat ketidakjenuhan asam (banyaknya ikatan rangkap) dinyatakan dengan angka yod, yaitu angka yang menyatakan banyaknya gram yodium yang dapat diadisikan pada 100 gram lemak.

2. Reaksi Penyabunan

Reaksi antara gliserida dengan basa menghasilkan sabun dikenal dengan reaksi penyabunan (saponifikasi).

Contoh:

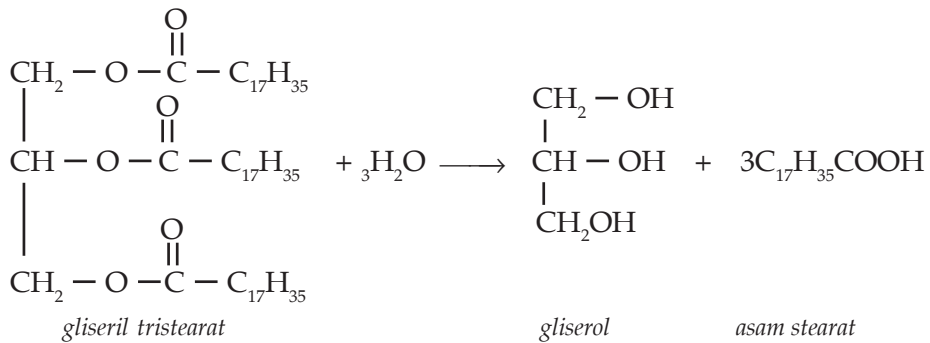


Sabun yang mengandung logam Na (dari lemak + NaOH) disebut sabun keras (sabun cuci), sedang yang mengandung logam K disebut sabun lunak (sabun mandi).

Untuk menyatakan banyaknya asam yang terkandung dalam lemak digunakan reaksi penyabunan dengan KOH, yang dinyatakan dengan *angka penyabunan*, yaitu angka yang menunjukkan berapa mg KOH yang digunakan untuk menyabunkan 1 gram lemak.

3. Reaksi Hidrolisis

Dengan adanya enzim lipase, lemak atau minyak dapat mengalami hidrolisis oleh air pada suhu kamar.



Kegunaan lemak adalah sebagai berikut.

- Di dalam tubuh, lemak berfungsi sebagai sumber energi cadangan dan pelarut vitamin (A, D, E, K) dan zat tertentu.
- Dalam bidang industri, lemak digunakan untuk membuat sabun dan margarin.
- Minyak digunakan untuk menggoreng bahan makanan.

Lemak terdapat dalam bahan makanan seperti keju, daging, mentega, susu, dan ikan segar. Lemak dapat bergabung dengan senyawa lain dan disimpan dalam tubuh, misalnya : fosfolipid, glikolipid dan lipoprotein.

Kolom Diskusi

Pembuatan Sabun

Reaksi lemak/minyak dengan basa kuat (KOH atau NaOH) disebut reaksi penyabunan. Sabun yang mengandung natrium disebut sabun keras dan yang mengandung kalium disebut sabun lunak.

Diskusikan tentang cara pembuatan sabun yang berkualitas tinggi dan bernilai ekonomi!

Soal Kompetensi 8.4

- Apakah yang dimaksud lemak (lipid)?
- Gambarkan rumus struktur lemak yang merupakan ester dari gliserol dan asam palmitat!
- Apakah yang dimaksud dengan:
 - angka penyabunan,
 - angka yod?

4. Tentukan bilangan yod dari gliseril trilinoleat!
5. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi pada:
 - a. penyabun gliserol trioleat,
 - b. hidrogenasi gliserol trioleat,
 - c. hidrolisis gliserol trioleat!

T okoh

Friedrich Bergius (1884–1949)

Bergius lahir di Goldschmieden Jerman pada tanggal 11 Oktober 1884 dan meninggal di Buenos Aires Argentina pada tanggal 30 Maret 1949.

Bergius adalah ahli kimia Jerman yang menemukan proses bergius. Ia bersama Bosch mendapat hadiah Nobel untuk kimia karena mengembangkan metode hidrogenasi yang perlu untuk proses bergius. Dengan hidrogenasi batu bara dapat diubah menjadi minyak dan bensin, kayu dapat diubah menjadi alkohol, minyak tumbuhan dapat diubah menjadi lemak hewan.



Info Kimia

Kayu merupakan sumber selulosa untuk membuat kertas. Kayu dari semua tumbuhan mengandung selulosa. Molekul-molekul selulosa terikat membentuk serat oleh zat organik yang lengket yang disebut lignin.

Untuk membuat kertas, kayu dipotong kecil-kecil dan dimasak dalam kalsium bisulfit untuk melarutkan ligninnya. Selulosa diambil dengan penyaringan dan diputihkan dengan hidrogen peroksida.



Rangkuman

1. Karbohidrat dibedakan menjadi monosakarida, disakarida, dan polisakarida.
2. Monosakarida tidak mengalami hidrolisis karena merupakan gula yang paling sederhana.
3. Sifat-sifat monosakarida secara umum adalah:
 - a. berupa zat padat berwarna putih mudah larut dalam air,
 - b. dapat mereduksi pereaksi fehling dan Tollens,
 - c. bersifat optis dan menunjukkan gejala mutarotasi.
4. Mutarotasi adalah peristiwa perubahan sudut putar bidang cahaya terpolarisasi.
5. Disakarida dapat terhidrolisis menjadi monosakarida:
 - a. Sukrosa $\xrightarrow{\text{hidrolisis}}$ glukosa + fruktosa
 - b. Maltosa $\xrightarrow{\text{hidrolisis}}$ glukosa + glukosa
 - c. Laktosa $\xrightarrow{\text{hidrolisis}}$ glukosa + galaktosa
6. Pada hidrolisis sukrosa disertai inversi (perubahan arah putar).
7. Polisakarida merupakan polimer alam yang tersusun dari molekul-molekul glukosa.
8. Polisakarida yang penting adalah amilum, glikogen, dan selulosa.
9. Amilum dengan larutan iodin terjadi warna biru, sedangkan glikogen memberikan warna merah coklat dan selulosa menunjukkan uji negatif.
10. Protein merupakan polimer alam yang tersusun dari asam-asam amino.
11. Asam amino paling tidak memiliki dua macam gugus yaitu $-\text{COOH}$ dan $-\text{NH}_2$.
12. Asam amino bersifat amfoter karena mengandung gugus $-\text{COOH}$ yang bersifat asam dan gugus $-\text{NH}_2$ yang bersifat basa.
13. Asam amino digolongkan menjadi asam amino esensial dan asam amino nonesensial.
14. Protein terbentuk dari asam amino melalui ikatan peptida.
15. Hidrolisis protein menghasilkan asam-asam amino penyusunnya.
16. Berdasar komposisi kimianya, protein digolongkan menjadi sederhana dan protein terkonjugasi.
17. Berdasar bentuknya, protein digolongkan menjadi protein serat dan protein globular.
18. Berdasar fungsinya, protein digolongkan menjadi protein transpor, protein pembangun, enzim, protein pelindung, protein pengatur, protein cadangan dan protein kontraktile.

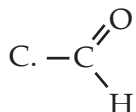
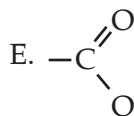
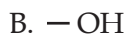
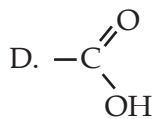
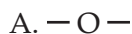
19. Adanya protein dalam suatu bahan dapat diidentifikasi dengan uji biuret.
20. Untuk mengidentifikasi adanya tirosin dalam protein dilakukan uji millon.
21. Adanya gugus fenil dalam protein dapat diidentifikasi dengan uji xantoproteat.
22. Adanya belerang dalam protein dapat diuji dengan uji timbal (II) asetat atau timbal (II) nitrat.
23. Lemak merupakan ester dari gliserol dengan asam-asam lemak jenuh.
24. Minyak merupakan ester dari gliserol dengan asam-asam lemak tak jenuh.
25. Lemak dapat mengalami reaksi penyabunan (saponifikasi) dan hidrolisis.
26. Hidrogenasi minyak menghasilkan lemak (margarin).
27. Dalam tubuh, lemak berfungsi sebagai cadangan makanan dan pelarut vitamin.
28. Kelebihan lemak dapat disimpan dalam tubuh dan dapat bergabung dengan senyawa lain seperti fosfolipid, glikolipid dan lipoprotein.

Pelatihan

A. Berilah tanda silang (x) huruf a, b, c, d atau e pada jawaban yang paling benar. Kerjakan di buku tugas Anda!

1. Kelompok karbohidrat berikut yang semuanya tergolong disakarida adalah
 - A. glukosa, galaktosa, fruktosa
 - B. sukrosa, maltosa galaktosa
 - C. sukrosa, maltosa, laktosa
 - D. amilum, glikogen, selulosa
 - E. glikogen, glukosa, maltosa
2. Pada hidrolisis sukrosa (gula tebu) akan menghasilkan
 - A. glukosa dan glukosa
 - B. glukosa dan fruktosa
 - C. glukosa dan galaktosa
 - D. galaktosa dan fruktosa
 - E. galaktosa dan galaktosa

3. Galaktosa dapat mereduksi fehling dan tollens karena mengandung gugus fungsi



4. Senyawa karbohidrat yang tidak mengalami hidrolisis adalah

A. glukosa

B. sukrosa

C. maltosa

D. selulosa

E. laktosa

5. Selulosa tidak dapat dihidrolis dalam tubuh manusia karena

A. selulosa merupakan polisakarida

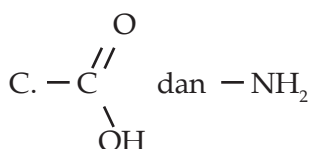
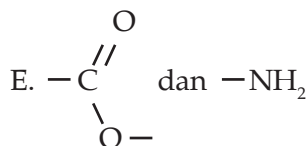
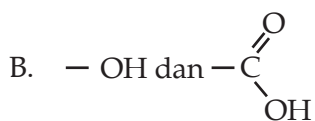
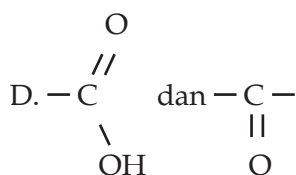
B. selulosa tidak dapat dihidrolisis

C. selulosa merupakan penyusun dinding sel tumbuhan

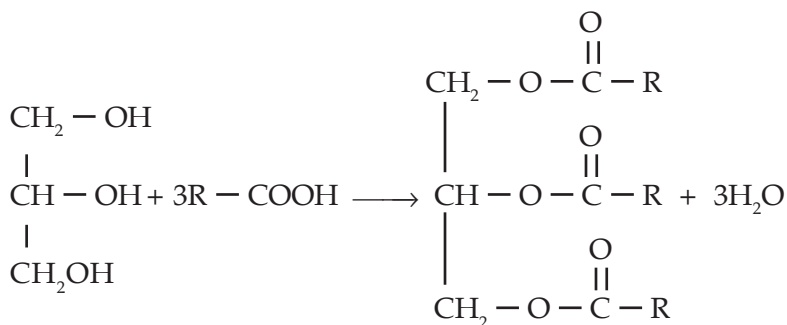
D. dalam tubuh manusia tidak terdapat enzim yang mengkatalisis proses tersebut

E. dalam tubuh manusia tidak terdapat asam yang diperlukan dalam proses hidrolisis

6. Gugus fungsi yang terkandung dalam asam amino adalah



7. Asam amino dapat membentuk ion yang bermuatan ganda yang dikenal dengan
- kation
 - anion
 - ion kompleks
 - ion zwitter
 - ion amfiprotik
8. Protein dibentuk dari polimerisasi asam-asam amino melalui ikatan peptida, yaitu ikatan antara
- gugus alkohol dan gugus metil
 - gugus karboksilat dan gugus amino
 - gugus hidroksil dan gugus amino
 - gugus eter dan gugus amino
 - gugus amino dan gugus alkohol
9. Reaksi pembentukan lemak dari gliserol dan asam-asam lemak menurut reaksi



Tergolong reaksi

- hidrolisis
 - oksidasi
 - hidrogenasi
 - esterifikasi
 - polimerisasi
10. Lemak adalah campuran ester-ester gliserol dengan asam-asam lemak. Reaksi yang dapat digunakan untuk memperoleh gliserol dari lemak-lemak adalah
- hidrogenasi lemak
 - saponifikasi lemak
 - reduksi lemak
 - oksidasi lemak
 - pirolisa lemak

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini di buku kerja Anda dengan benar!

1. Bagaimanakah cara membedakan sukrosa dengan maltosa di laboratorium?
2. Apakah yang Anda ketahui tentang reaksi molisch dalam hal:
 - a. pereaksi,
 - b. kegunaannya,
 - c. tanda uji yang positif?
3. Apakah perbedaan dan persamaan antara amilum dengan selulosa?
4. Sebutkan macam-macam protein berdasar fungsinya serta berikan contohnya!
5. Protein dapat mengalami denaturasi. Apakah yang dimaksud denaturasi dan hal-hal apa yang dapat menyebabkan terjadinya denaturasi?