

B. Struktur dan Fungsi Sistem Pencernaan Makanan pada Manusia

Ayo, Kita Pelajari



- Pencernaan mekanis dan pencernaan kimia
- Organ pencernaan dan fungsinya
- Organ pencernaan tambahan
- Enzim-enzim pencernaan



Istilah Penting

- Organ Pencernaan
- Pencernaan mekanis
- Pencernaan kimiawi
- Gerak peristaltik
- Enzim

Mengapa Penting?

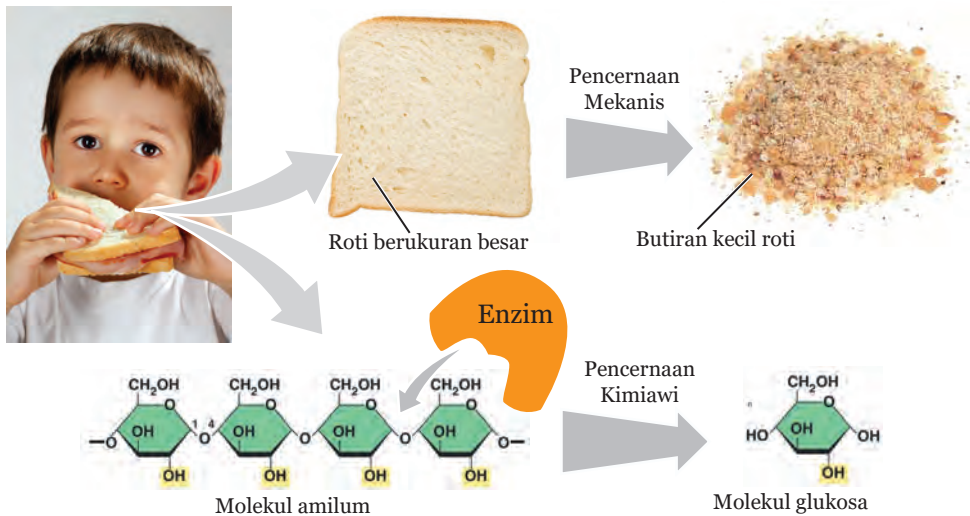


Mempelajari materi ini akan membantumu mengetahui bagaimana proses pencernaan makanan dalam sistem pencernaanmu dapat menghasilkan makanan yang siap diserap oleh sel-sel dalam tubuh.

Masih ingatkah kamu bahwa makanan diperlukan oleh tubuh untuk memasok energi? Makanan diproses dalam tubuh melalui empat tahap yaitu: ingesti (proses memasukkan makanan ke dalam mulut), digesti (pencernaan), absorpsi (penyerapan), dan defekasi (pengeluaran). Pada saat makanan masuk ke dalam mulut, proses pencernaan dimulai. Pencernaan merupakan proses memecah makanan menjadi molekul kecil sehingga dapat diserap oleh tubuh melalui pembuluh darah. Selanjutnya, molekul makanan dari darah masuk ke dalam sel melintasi membran sel. Molekul yang tidak digunakan dan dibutuhkan oleh tubuh akan dikeluarkan dari tubuh melalui sistem ekskresi seperti keringat dan urine. Makanan yang tidak tercerna berupa feses akan dibuang melalui anus, proses ini disebut defekasi.

Pencernaan makanan terbagi atas dua macam, yaitu pencernaan mekanis dan pencernaan kimiawi. Pencernaan mekanis terjadi ketika makanan dikunyah, dicampur, dan diremas. Pencernaan mekanis salah satu contohnya terjadi di dalam mulut yaitu pada saat makanan dihancurkan oleh gigi. Pada pencernaan kimiawi, terjadi reaksi kimia yang menguraikan molekul besar makanan menjadi molekul yang lebih kecil. Pencernaan kimiawi pada proses pencernaan biasanya dilakukan dan dibantu oleh enzim-enzim pencernaan, seperti enzim amilase pada mulut. Perhatikan Gambar 4.10!





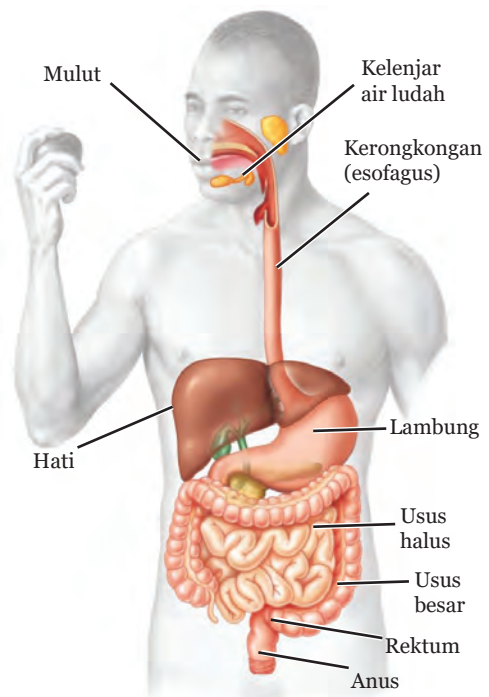
Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 4.10 Pencernaan Mekanis dan Pencernaan Kimiawi

1. Organ Pencernaan Utama

Sistem pencernaan manusia terdiri atas organ utama berupa saluran pencernaan dan organ aksesori (tambahan). Saluran pencernaan merupakan saluran yang dilalui bahan makanan yang dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum, dan berakhir di anus. Perhatikan Gambar 4.11!

Lidah, gigi, kelenjar air ludah (kelenjar saliva), hati, kantung empedu, dan pankreas merupakan organ aksesori yang membantu pencernaan mekanis dan kimiawi. Kelenjar pencernaan adalah organ aksesori yang mengeluarkan enzim untuk membantu mencerna



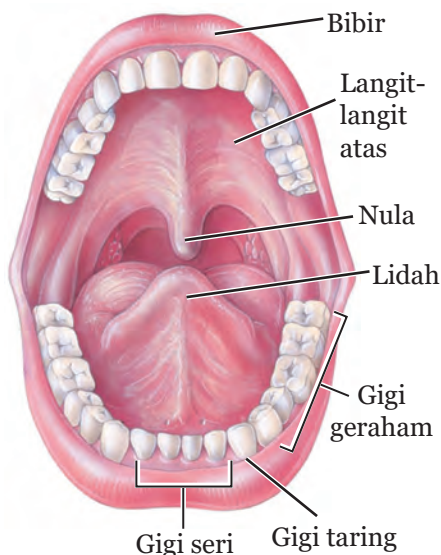
Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 4.11 Organ Penyusun Sistem Pencernaan Manusia

makanan. Untuk lebih jelasnya akan kamu pelajari sistem pencernaan yang meliputi saluran pencernaan dan organ aksesori antara lain sebagai berikut.

a. Mulut

Masih ingatkah kamu bahwa pencernaan ingesti terjadi di mulut? Perhatikan Gambar 4.12! Di dalam mulut, terdapat gigi, lidah, dan kelenjar air liur (saliva). Air liur mengandung mukosa atau lendir, senyawa yang berfungsi sebagai anti bakteri, dan enzim amilase atau dikenal dengan enzim ptialin. Enzim ini akan memecah molekul amilum menjadi molekul maltosa. Di dalam mulut terjadi pencernaan makanan secara mekanis dan kimiawi.



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 4.12 Rongga Mulut



Ayo, Kita Pikirkan!

Coba pikirkan bagian mulut manakah yang berperan dalam pencernaan secara mekanis dan kimiawi? Cobajelaskan jawabanmu!

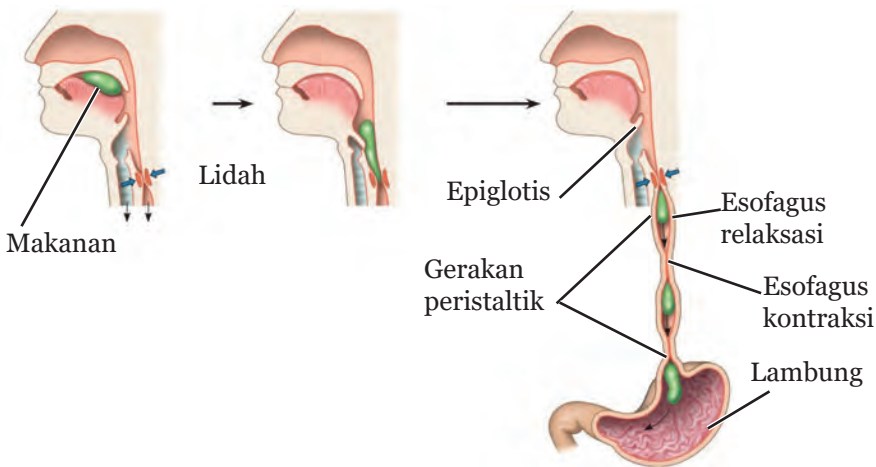


Ayo, Kita Diskusikan

Masih ingatkah kamu materi tentang gaya (F) dan tekanan (p)? Perhatikan struktur gigi pada Gambar 4.12! Bersama kelompokmu, coba analisislah keterkaitan antara luas permukaan (A) pada gigi seri, gigi taring, dan gigi geraham dengan tekanan (p) yang dihasilkan, serta fungsi dari masing-masing jenis gigi saat melakukan pencernaan secara mekanis!

b. Kerongkongan (Esofagus)

Setelah melalui rongga mulut, makanan yang berbentuk bolus akan masuk ke dalam tekak (faring). Faring adalah saluran yang memanjang dari bagian belakang rongga mulut sampai ke permukaan kerongkongan (esofagus). Pada pangkal faring terdapat katup pernapasan yang disebut epiglottis. Epiglottis berfungsi untuk menutup ujung saluran pernapasan (laring) agar makanan tidak masuk ke saluran pernapasan. Setelah melalui faring, bolus menuju ke esofagus (kerongkongan). Otot kerongkongan berkontraksi sehingga menimbulkan gerakan meremas yang mendorong bolus ke dalam lambung. Gerakan otot kerongkongan ini disebut gerakan peristaltik. Perhatikan Gambar 4.13!



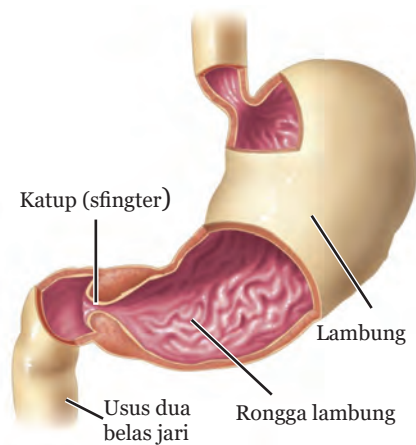
Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 4.13 Esofagus dan Gerakan Peristaltik

c. Lambung

Setelah dari esofagus makanan masuk ke lambung. Perhatikan Gambar 4.14! Di dalam lambung terjadi pencernaan mekanis dan kimiawi. Secara mekanis otot lambung berkontraksi mengaduk-aduk bolus. Secara kimiawi bolus tercampur dengan getah lambung. Getah lambung mengandung, asam klorida (HCl), enzim pepsin, dan enzim renin. HCl berfungsi untuk menjadikan ruangan dalam lambung bersifat asam (pH 1-3) sehingga dapat membunuh kuman yang masuk bersama makanan. Enzim pepsin akan menghidrolisis

(memecah) protein menjadi pepton (campuran dari polipeptida dan asam amino). Enzim renin akan mengendapkan protein kasein yang terdapat dalam susu. Setelah melalui proses pencernaan selama 2-4 jam di dalam lambung, bolus menjadi bahan kekuningan yang disebut kimus (bubur usus). Kimus akan masuk sedikit demi sedikit ke dalam usus dua belas jari. Pengaturan ini dibantu oleh adanya sfingter, yaitu otot-otot yang tersusun melingkar antara lambung dan usus dua belas jari.

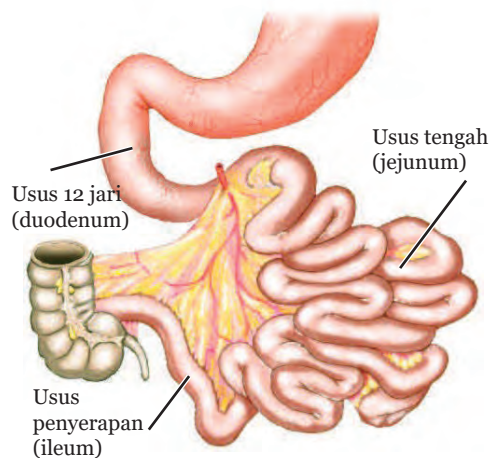


Sumber: Shier *et al.* 2010

Gambar 4.14 Struktur Lambung pada Manusia

d. Usus Halus

Perhatikan Gambar 4.15! Usus halus memiliki panjang sekitar 8,25 meter. Usus halus terdiri atas tiga bagian yaitu, usus 12 jari (duodenum) dengan panjang sekitar 0,25 meter, usus tengah (jejunum) dengan panjang sekitar 7 meter, dan usus penyerapan (ileum) dengan panjang sekitar 1 meter. Dalam usus halus terjadi pencernaan secara kimiawi saja. Pada duodenum terdapat saluran yang terhubung dengan kantung empedu dan pankreas. Getah pankreas mengandung enzim lipase, amilase, dan tripsin. Enzim lipase akan mencerna lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Amilase akan mencerna amilum menjadi maltosa. Tripsin akan mencerna protein menjadi polipeptida. Getah empedu yang dihasilkan hati akan mengemulsikan lemak yakni membuat lemak agar larut dalam air.



Sumber: Longenbaker, 2010

Gambar 4.15 Struktur Usus Halus dan Bagian-bagiannya

Pencernaan makanan dilanjutkan di jejunum. Pada bagian ini terjadi pencernaan terakhir sebelum zat-zat makanan diserap. Zat-zat makanan setelah melalui jejunum menjadi bentuk yang siap diserap.

Penyerapan zat-zat makanan terjadi di ileum. Glukosa, vitamin yang larut dalam air, asam amino, dan mineral setelah diserap oleh vili usus halus akan dibawa oleh darah menuju hati dan diedarkan ke seluruh tubuh. Glukosa dalam hati selanjutnya disimpan dalam bentuk glikogen. Asam lemak, gliserol, dan vitamin yang larut dalam lemak setelah diserap oleh vili usus halus akan dibawa oleh pembuluh getah bening menuju hati, kemudian disimpan dalam jaringan lemak. Tahukah kamu bagaimana usus dapat menyerap zat-zat makanan dengan sangat efektif? Agar kamu mengetahuinya, ayo lakukan aktivitas berikut!



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.5 Model Penyerapan di Usus Halus

Apa yang kamu perlukan?

1. Kain katun ukuran 25×25 cm
2. Kain handuk ukuran 25×25 cm
3. Wadah tempat menampung air

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Rendam kedua potong kain ke dalam mangkuk berisi air selama 30 detik.
2. Ambil ke dua kain dari mangkuk, siram ke dua kain dengan air dari kran (air mengalir) selama satu menit.
3. Peras setiap kain ke wadah yang berbeda.
4. Ukurlah jumlah air yang tertampung.

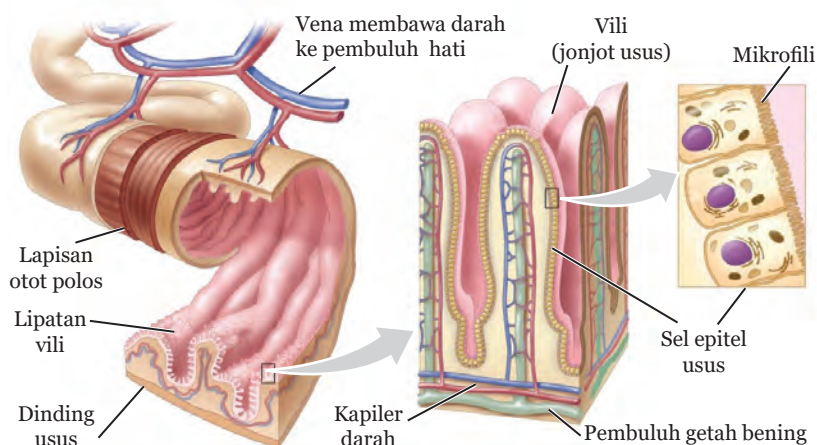
Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Kain apa yang menyerap air lebih banyak? Mengapa?
2. Bandingkan permukaan kain handuk dengan permukaan dalam usus halus? Apa struktur yang membedakan keduanya?

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

Setelah kamu melakukan Aktivitas 4.5 kamu dapat melihat analogi peristiwa penyerapan yang terjadi dalam usus halus. Struktur usus manusia memiliki lipatan-lipatan, baik bagian luar maupun bagian dalam, yang berfungsi untuk memperluas bidang penyerapan. Perhatikan Gambar 4.16!



Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 4.16 Struktur Bagian dalam Usus Halus

Semakin luas bidang permukaan bagian dalam usus, semakin banyak vili yang terdapat akan menyebabkan proses penyerapan yang terjadi juga akan semakin efektif. Maha Suci Tuhan yang telah merancang struktur usus halus seperti itu. Bayangkan apabila struktur usus datar, maka penyerapannya juga tidak efektif dan membutuhkan waktu yang sangat lama, akibatnya kita akan kekurangan pasokan nutrisi.

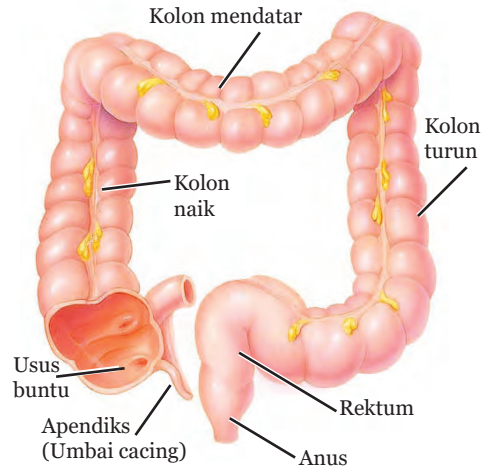
d. Usus Besar

Usus besar atau kolon memiliki panjang ± 1 meter dan terdiri atas kolon *asendens* (naik), kolon *transversum* (mendatar), dan kolon *desendens* (menurun) dan berakhir pada anus. Di antara usus halus dan usus besar terdapat usus buntu (sekum). Perhatikan Gambar 4.17! Pada ujung sekum terdapat tonjolan kecil yang disebut umbai cacing (apendiks) yang berisi massa sel darah putih yang berperan dalam imunitas.

Bahan makanan yang sampai pada usus besar dapat dikatakan sebagai zat-zat sisa. Zat-zat sisa berada dalam usus besar selama 1 sampai 4 hari. Zat sisa tersebut terdiri atas sejumlah besar air dan

bahan makanan yang tidak dapat tercerna, misalnya selulosa. Usus besar berfungsi mengatur kadar air pada sisa makanan. Bila kadar air pada sisa makanan terlalu banyak, maka dinding usus besar akan menyerap kelebihan air tersebut. Sebaliknya bila sisa makanan kekurangan air, maka dinding usus besar akan mengeluarkan air dan mengirimnya ke sisa makanan. Di dalam usus besar terdapat banyak sekali bakteri *Escherichia coli* yang membantu membusukkan sisa-sisa makanan tersebut. Bakteri *Escherichia coli* mampu membentuk vitamin K dan B12.

Sisa makanan yang tidak terpakai oleh tubuh beserta gas-gas yang berbau disebut tinja (feses) dan dikeluarkan melalui anus. Setelah kamu mengetahui organ-organ pencernaan serta bagaimana proses pencernaan yang terjadi di dalamnya. Coba lakukan aktivitas berikut ini untuk menambah pemahamanmu.



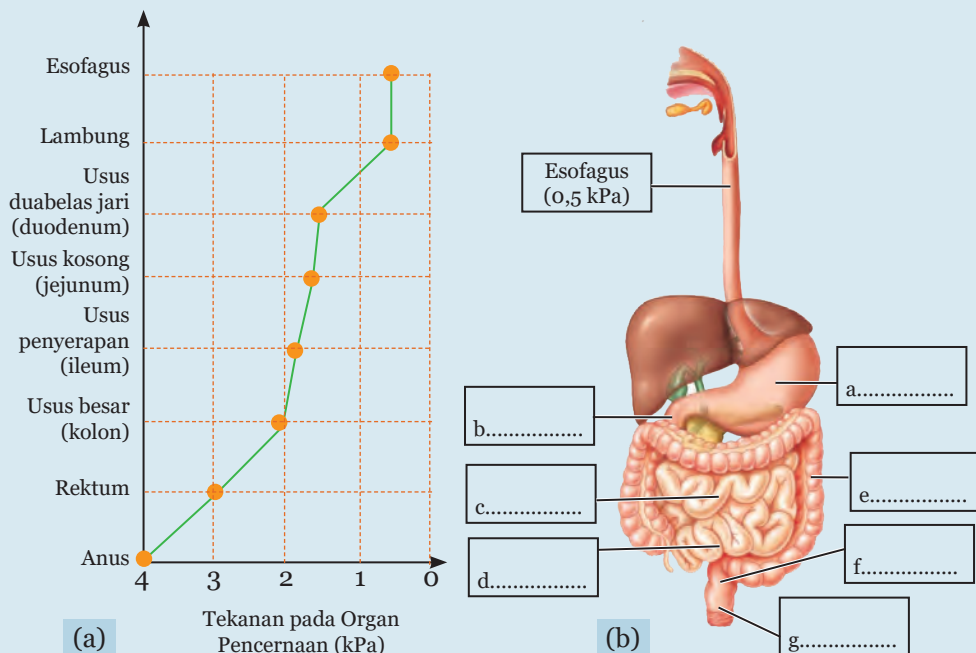
Sumber: Tortora, 2008

Gambar 4.17 Struktur Usus Besar pada Manusia



Ayo, Kita Diskusikan

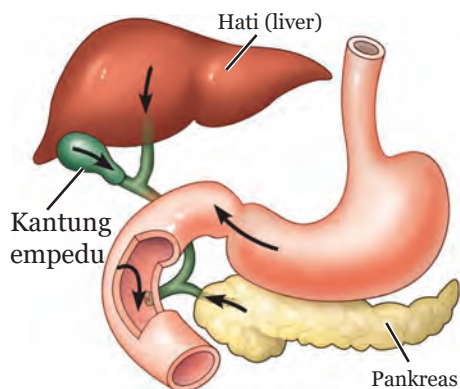
Tahukah kamu bahwa di dalam saluran pencernaan juga melibatkan tekanan? Perhatikan Gambar 4.18! Tekanan dalam saluran pencernaan berkisar di antara 0,5 hingga 5 kilo Pascal (kPa). Tekanan dalam usus halus berkisar di antara 1,5 hingga 1,9 kPa, sedangkan dalam usus besar berkisar di antara 2,1 - 2,8 kPa. Tekanan ini dihasilkan oleh gaya otot polos pada saluran pencernaan. Tekanan ini yang membuat makanan dapat terus bergerak mulai dari mulut menuju anus. Bersama kelompokmu diskusikan besar tekanan pada masing-masing organ pencernaan pada Gambar 4.18b, berdasarkan data pada Gambar 4.18a!



Sumber: (a) Gokarneshan *et al.* 2015, (b) Dok.Kemdikbud
Gambar 4.18 Tekanan pada Organ Pencernaan Manusia

2. Organ Pencernaan Tambahan

Proses pencernaan manusia tidak hanya terdiri atas saluran pencernaan, tetapi juga terdapat organ pencernaan tambahan berupa kelenjar pencernaan. Kelenjar pencernaan membantu mencerna makanan dengan menghasilkan enzim-enzim yang digunakan dalam pencernaan makanan secara kimiawi. Terdapat tiga organ pencernaan tambahan yaitu hati, kantung empedu, dan pankreas. Perhatikan Gambar 4.19!



Sumber: Campbell *et al.* 2008
Gambar 4. 19 Beberapa Kelenjar Pencernaan

a. Hati

Hati merupakan kelenjar terbesar dalam tubuh, berada pada bagian rongga perut sebelah kanan di bawah diafragma. Hati berperan dalam proses detoksifikasi. Ketika dalam darah terkandung beberapa zat yang berbahaya dan bersifat racun maka hati akan menetralkan racun tersebut sehingga tidak berbahaya bagi tubuh.

Hati merupakan organ penyimpanan. Hati akan memindahkan zat besi (Fe) dan vitamin A, D, E, K, dan B12 dari darah dan menyimpannya. Hati juga berperan dalam menjaga keseimbangan kadar glukosa darah. Ketika kadar glukosa dalam darah rendah, hati akan melepaskan glukosa dengan cara memecah glikogen. Bahkan, jika dibutuhkan hati akan mengubah gliserol, asam lemak, dan asam amino menjadi glukosa. Selain itu, hati juga mengatur kadar kolesterol dalam darah. Kolesterol akan diubah menjadi asam kolik (*cholic acid*) yang berfungsi untuk mengemulsi lemak. Sel-sel hati akan mengeluarkan getah yang mengandung kolesterol, asam kolik, garam empedu, lesitin, bilirubin, dan elektrolit. Getah ini disebut dengan getah empedu.

b. Kantung empedu

Kantung empedu merupakan organ yang berada di bawah hati. Kantung ini akan menyimpan getah empedu yang dihasilkan oleh hati. Getah empedu berwarna kuning kehijauan karena mengandung pigmen bilirubin. Bilirubin merupakan pigmen yang terbentuk dari pemecahan hemoglobin. Getah empedu akan dikeluarkan ke usus halus dan berperan dalam mengemulsi lemak. Dengan demikian, lemak akan terpecah menjadi butiran-butiran kecil sehingga lebih mudah dicerna oleh enzim pencernaan dan melanjutkan proses pemecahan hingga dapat diserap oleh tubuh.

c. Pankreas

Pankreas merupakan organ yang berada di balik perut di belakang lambung. Sel-sel pada pankreas akan menghasilkan cairan pankreas, yang akan masuk ke dalam duodenum melalui saluran pankreas. Getah pankreas mengandung sodium bikarbonat (NaHCO_3) dan enzim-enzim pencernaan yang berperan dalam pemecahan karbohidrat, protein, dan lemak. Pankreas juga merupakan kelenjar endokrin yang menghasilkan hormon insulin. Hormon insulin ini berfungsi mengatur proses perubahan glukosa dalam darah menjadi glikogen yang

disimpan dalam hati. Adanya hormon insulin inilah yang mengontrol keseimbangan jumlah glukosa dalam darah. Apabila terjadi gangguan dalam produksi insulin maka dapat mengakibatkan penyakit diabetes.



Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.6 Pencernaan Kimiawi

Di dalam rongga mulut terjadi pencernaan mekanis dan kimiawi. Pencernaan kimiawi dibantu saliva atau air liur. Nasi yang kamu kunyah di rongga mulut setelah 5 menit dapat terasa lebih manis. Mengapa hal itu dapat terjadi? Kalian akan menemukan jawabannya setelah melakukan percobaan ini.

Apa yang kamu perlukan?

1. Amilase (dari air liur atau ekstrak kecambah kacang hijau)
2. 1 sendok makan pati atau kanji
3. Kapas
4. 1 gelas air kran
5. 1 buah gelas ukur
6. 1 buah pengaduk
7. 3 buah pipet tetes
8. 1 buah sendok plastik
9. 1 buah pembakar spiritus
10. 1 buah kaki tiga
11. Larutan iodium atau lugol untuk uji zat amilum
12. Larutan Benedict untuk uji zat gula
13. 1 buah plat tetes
14. 1 buah tabung reaksi

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Kumpulkan enzim amilase dari kecambah kacang hijau dengan cara hancurkan $\frac{1}{2}$ gelas kecambah kacang hijau yang telah ditambah $\frac{1}{4}$ gelas air menggunakan pistil dan mortar. Setelah halus, saring bahan tersebut dengan menggunakan saringan teh. Larutan yang sudah kamu peroleh tersebut mengandung enzim amilase.



2. Masukkan 1 sendok makan pati/kanji dalam satu gelas air. Tambahkan sekitar 100 mL air dalam gelas. Panaskan gelas dengan pembakar spiritus dan aduk terus sampai cairan mengental (transparan), kemudian dinginkan!
3. Tempatkan plat tetes di atas kertas putih, sehingga kamu dapat mengamati perubahan warna dengan jelas.
4. Masukkan 5 mL larutan kanji dalam tabung reaksi pada suhu kamar, kemudian segera tambahkan 0,5 mL amilase. Aduk dengan cepat dan merata. Catat waktunya! Masukkan campuran larutan kanji-amilase ke dalam cekungan plat tetes beri tanda dengan nomor 1 sampai dengan nomor 8. Pada menit 1 tetesi cekungan plat tetes dengan larutan iodium, selanjutnya setiap selang waktu satu menit cekungan plat tetes yang lain ditetesi dengan larutan iodium.
5. Catat perubahan warna dari plat tetes 1 sampai dengan nomor 8.

Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Pada cekungan plat tetes nomor berapa yang warnanya paling gelap? Mengapa?
2. Pada cekungan plat tetes nomor berapa yang warnanya paling terang? Mengapa?
3. Setelah 5 menit masukkan larutan kanji-amilase ke tabung reaksi, tetesi dengan larutan Benedict. Amati apa perubahan warna pada dasar tabung reaksi!
4. Setelah melakukan percobaan ini, menurutmu mengapa kamu harus benar-benar mengunyah makanan? Apa manfaat mengunyah makanan dalam mulut lebih lama?

Berdasarkan percobaan ini, coba tulislah di majalah dinding sekolahmu pada kolom berita kesehatan yang menjelaskan kepada teman-teman kamu agar sadar kesehatan dengan mengunyah makanan lebih baik.

Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?