

## Pembelajaran 3. Makhluk Hidup dan Proses Kehidupan

Sumber. Modul Pendidikan Profesi Guru (PPG). Modul 3. Ilmu Pengetahuan Alam  
Penulis. Drs. Nana Djumhana, M.Pd.

### A. Kompetensi

Menguasai teori dan aplikasi mencakup muatan materi mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam terdiri atas Metode Ilmiah, Materi Perubahannya, Gaya dan Energi, Makhluk Hidup dan Proses Kehidupan, Bumi dan Alam Semesta.

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menguasai sistem organ pernapasan, mekanisma proses pernapasan pada manusia dan aplikasinya dalam pembelajaran di SD
2. Menguasai sistem organ pencernaan dan mekanisma proses pencernaan manusia serta aplikasinya dalam pembelajaran di SD
3. Menguasai sistem organ jantung, peredaran darah dan mekanisma proses kerja jantung serta aplikasinya dalam pembelajaran di SD

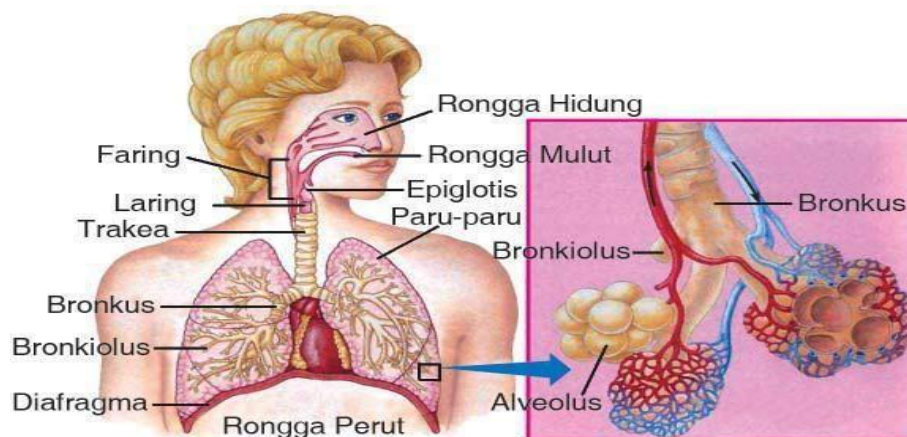
### C. Uraian Materi

Mempelajari tubuh manusia, sebaiknya terlebih dahulu harus memahami organisasi tubuh manusia. Organisasi ini diawali oleh sel, yaitu unit atau unsur terkecil dari tubuh manusia. Sel yang sama bentuk dan fungsinya membentuk jaringan. Ada empat jaringan pembentuk tubuh manusia, yaitu jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf. Jaringan-jaringan bekerjasama membentuk organ (alat tubuh) seperti jantung, ginjal, paru-paru, hati, lambung dan lain-lainnya lagi. Semua organ tubuh akan bekerjasama dalam suatu sistem yang dikenal dengan sistem organ tubuh manusia. Sistem organ pada manusia merupakan kumpulan berbagai organ yang memiliki fungsi masing-masing, namun dapat saling bekerja sama untuk menjaga kesinambungan fungsi tubuh

seutuhnya. Kendali kegiatan fisiologi organ tubuh dalam mekanisma kerja sistem organ tubuh manusia harus melalui penginderaan terlebih dahulu, melalui koordinasi sistem saraf pusat tubuh, guna merespon semua stimulasi yang diterima oleh organ indera.

## 1. Organ Pernapasan

Untuk memahami kajian sistem pernapasan sebaiknya anda mengetahui terlebih dahulu organ-organ yang terlibat dalam proses pernapasan. Organ pernapasan manusia terdiri dari hidung dan rongga hidung, tenggorokan (faring), batang tenggorokan (laring) trachea, bronchus, bronciolus, alveolus paru-paru. Berikut adalah bagian-bagian organ alat pernapasan pada manusia, perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 37. Organ Pernapasan  
(Sumber: <https://informazone.com>)

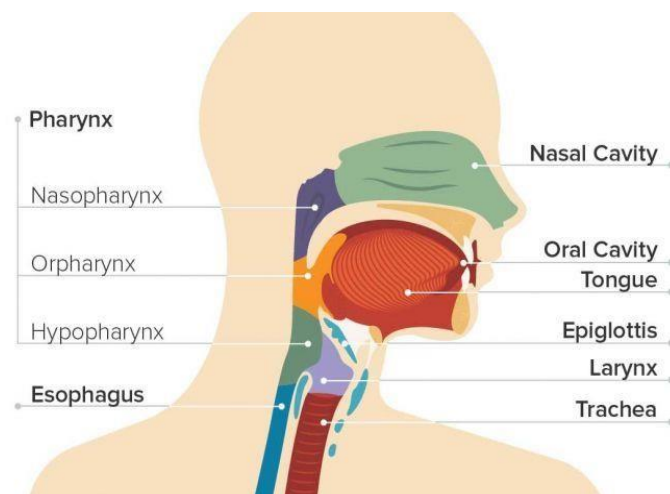
### 1) Hidung (*Cavum Nasalis*)

Sebagai salah satu organ pernapasan manusia yang berhubungan langsung dengan udara luar, ketika udara masuk rongga hidung akan difiltrasi oleh rambut-rambut hidung yang berfungsi sebagai pelindung di dalam rongga hidung. Di saat hidung kita menghirup oksigen, bulu-bulu yang ada akan membantu menyaring masuknya udara kotor yang mengandung debu. Ini dilakukan sebelum udara tersebut diproses oleh paru-paru kita. Rambut hidung juga merupakan tempat menempelnya selaput lendir yang merupakan alat pengirim sinyal yang dapat memastikan bau apa yang sedang kita hirup.

Dengan demikian maka hidung berfungsi sebagai alat untuk menghirup udara, penyaring udara yang akan masuk ke paru-paru, dan sebagai indera penciuman.

## 2) Tekak (*Faring*)

Faring merupakan persimpangan antara rongga hidung ke tenggorokan (saluran pernapasan) dan rongga mulut ke kerongkongan (saluran pencernaan). Pada bagian belakang faring terdapat laring. Laring disebut pula pangkal tenggorok. Pada laring terdapat pita suara dan epiglottis atau katup pangkal tenggorokan. Pada waktu menelan makanan epiglottis menutupi laring sehingga makanan tidak masuk ke dalam tenggorokan. Sebaliknya pada waktu bernapas epiglottis akan membuka sehingga udara masuk ke dalam laring kemudian menuju tenggorokan. Mengapa ketika menelan makanan ke mulut kita tidak boleh berbicara?



Gambar 38. Faring  
(Sumber: <https://informazone.com>)

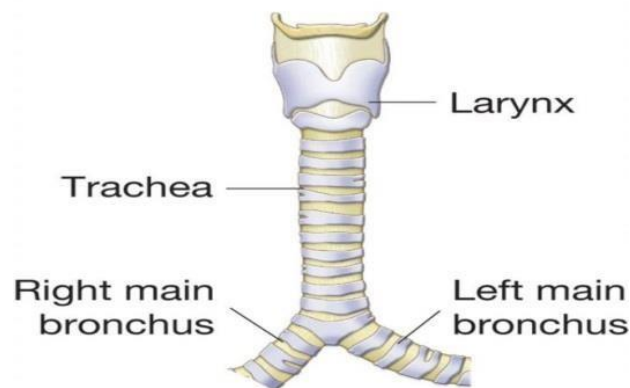
## 3) Tenggorokan (*Trakea*)

Tenggorokan berbentuk seperti pipa dengan panjang kurang lebih 10 cm. Di paru-paru trakea bercabang dua membentuk bronkus. Dinding tenggorokan terdiri atas tiga lapisan berikut.

- a) Lapisan paling luar terdiri atas jaringan ikat.
- b) Lapisan tengah terdiri atas otot polos dan cincin tulang rawan. Trakea tersusun atas 16-20 cincin tulang rawan yang berbentuk huruf C. Bagian belakang cincin tulang rawan ini tidak tersambung dan menempel pada esofagus.

Hal ini berguna untuk mempertahankan trakea tetap terbuka.

- c) Lapisan terdalam terdiri atas jaringan epitelium bersilia yang menghasilkan banyak lendir. Lendir ini berfungsi menangkap debu dan mikroorganisme yang masuk saat menghirup udara.



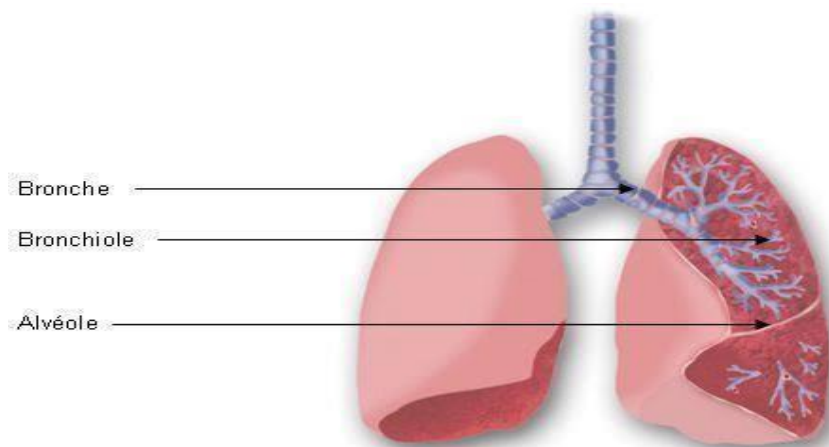
Gambar 39. Tenggorokan (trachea)  
(Sumber: <https://informazone.com>)

#### 4) Cabang Tenggorokan (*Bronkus*)

Bronkus merupakan cabang batang tenggorokan. Jumlahnya sepasang, yang satu menuju paru-paru kanan dan yang satu menuju paru-paru kiri. Bronkus yang ke arah kiri lebih panjang, sempit, dan mendatar daripada yang ke arah kanan. Hal inilah yang mengakibatkan paru-paru kanan lebih mudah terserang penyakit. Struktur dinding bronkus hampir sama dengan trakea. Perbedaannya dinding trakea lebih tebal daripada dinding bronkus. Bronkus akan menjadi bronkiolus. Bronkus kanan bercabang menjadi tiga bronkiolus sedangkan bronkus kiri bercabang menjadi dua bronkiolus berca menjadi bronkiolus. Bronkus kanan bercabang menjadi tiga bronkiolus sedangkan bronkus kiri bercabang menjadi dua bronkiolus.

#### 5) Bronkiolus

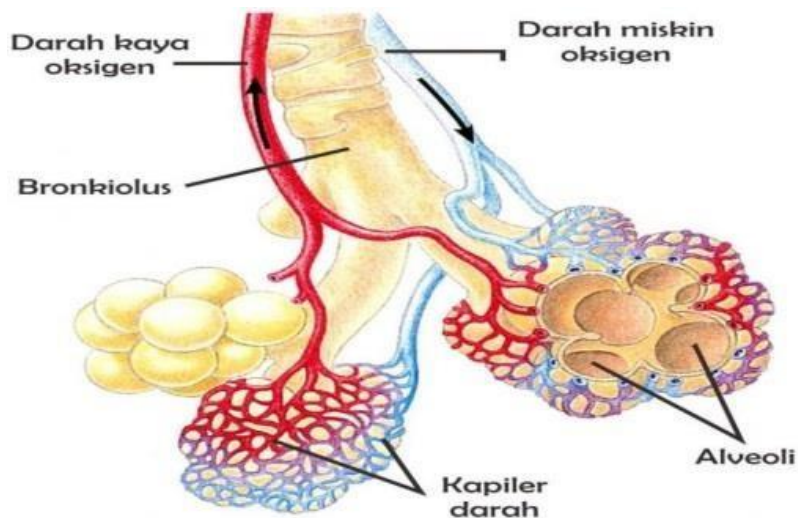
Bronkiolus merupakan salah satu bagian penting dari organ pernapasan pada manusia. Bronkiolus adalah cabang dari bronkus dan memiliki dinding yang lebih tipis, pada ujung bronkiolus terdapat banyak sekali gelembung-gelembung kecil yang dinamakan alveolus. Jumlah cabang bronkiolus yang menuju paru-paru kanan dan kiri tidak sama. Bronkiolus yang menuju paru-paru kanan mempunyai 3 cabang, sedangkan bronkiolus yang menuju paru-paru sebelah kiri hanya bercabang 2.



Gambar 40. Bronkiolus  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Bronkiolus merupakan cabang dari bronkus. Bronkiolus bercabang-cabang menjadi saluran yang semakin halus, kecil, dan dindingnya semakin tipis. Bronkiolus tidak mempunyai tulang rawan tetapi rongganya bersilia. Fungsi pertama yang dimiliki oleh bronkiolus dalam proses pernapasan manusia adalah untuk menyalurkan udara dari bronkus ke dalam alveoli. Bronkiolus akan membantu mengatur jumlah udara dan juga oksigen yang akan masuk ke dalam paru-paru, sesuai dengan kebutuhan dari paru-paru itu sendiri.

#### 6) Alveolus



Gambar 41. Alveolus  
(Sumber: <https://informazone.com>)

Alveolus memiliki struktur berbentuk bola-bola mungil yang diliputi oleh pembuluh-pembuluh darah. Epitel pipih yang melapisi alveoli memudahkan darah di dalam kapiler-kapiler darah mengikat oksigen dari udara dalam rongga alveolus. Paya terjadi paru-paru mempunyai 700 juta alveolus, yang di dalamnya terjadi proses pertukaran gas oksigen ( $O_2$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ).

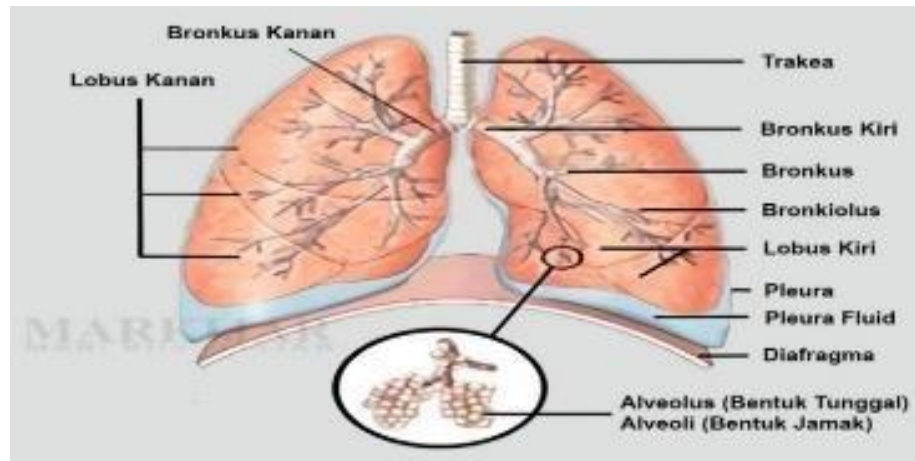
Pada ujung bronkus terdapat gelembung-gelembung kecil berisi udara yang disebut alveolus (jamak: alveoli). Pada gelembung-gelembung ini terjadi proses pertukaran gas oksigen dengan gas sisa metabolisme (karbondioksida) melalui dinding alveolus. Dinding alveolus dilapisi oleh sel-sel tipis yang banyak mengandung pembuluh darah kapiler.

Pertukaran gas terjadi dengan mekanisme difusi (perpindahan suatu zat melalui sebuah selaput atau dinding). Oksigen yang berada dalam alveolus akan diserap oleh pembuluh kapiler dan ditukar dengan gas karbondioksida. Gas sisa tersebut akan di keluarkan dari dalam tubuh melalui hidung.

Di dalam darah oksigen akan diikat oleh hemoglobin dan selanjutnya akan dialirkan ke seluruh tubuh. Oksigen akan digunakan dalam proses oksidasi zat makanan yang akan menghasilkan gas sisa berupa karbondioksida. Darah yang banyak mengandung karbondioksida akan dialirkan kembali ke paru-paru untuk ditukar dengan oksigen.

## 7) Paru-paru

Keberadaan paru-paru terletak di dalam rongga dada. Rongga dada dan perut dibatasi oleh suatu sekat disebut diafragma (sekat rongga dada).



Gambar 42. Paru-paru  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Paru-paru ada dua buah yaitu paru-paru kanan dan paru-paru kiri. Paru-paru kanan terdiri atas tiga gelambir (lobus) yaitu gelambir atas, gelambir tengah dan gelambir bawah. Sedangkan paru-paru kiri terdiri atas dua gelambir yaitu gelambir atas dan gelambir bawah. Paru-paru diselimuti oleh suatu selaput paru-paru (pleura).

### b. Mekanisma Proses Pernapasan

Tahukah saudara tentang pernapasan pada manusia? Coba saudara tutup lubang hidung selama satu menit, betul, saudara akan terasa sesak karena oksigen dari udara luar tidak masuk ke dalam tubuh, akibatnya oksigen pada paru-paru berkurang. Sesungguhnya tujuan kita bernapas itu untuk apa?

Saudara mengenal bentuk respirasi? Betul, bentuk respirasi ada dua macam, yaitu respirasi eksternal (pernapasan luar) dan respirasi internal (pernapasan dalam). Respirasi eksternal meliputi proses pengambilan oksigen dan pengeluaran karbondioksida dan uap air antara manusia dan lingkungannya. Sementara untuk respirasi internal disebut juga respirasi seluler karena pernapasan ini terjadi di dalam sel yaitu dalam sitoplasma dan mitokondria. Respirasi sel merupakan proses pengalihan energi dalam bentuk ATP (Adenosin Tri Phospat) dari glukosa

dalam makanan yang saudara makan. Bagaimana respirasi sel terjadi dalam sel? Terdapat tiga langkah dalam respirasi sel, antara lain: (1) Glikolisis, yaitu proses glukosa dipecah dalam sitoplasma menjadi dua molekul piruvat 3 karbon baik secara aerobik ataupun an- aerobik; (2) Siklus Krebs, yaitu proses pengangkutan molekul piruvat ke dalam mitokondria secara aerobik dengan menggunakan molekul 2-karbon (asetil-coA) yang berasal dari piruvat dan menghasilkan karbondioksida; (3) Transfer elektron, yaitu proses masuknya pembawa energi (NADH) memasuki rantai transfer elektron untuk dihasilkan ATP.

Secara konseptual pernapasan atau respirasi adalah seluruh proses mulai dari pemasukan udara yang mengandung Oksigen ( $O_2$ ), pengambilan oksigen, penggunaan oksigen untuk oksidasi biologi sampai dengan pengeluaran karbondioksida ( $CO_2$ ) sebagai zat sisa pernapasan. Apa oksidasi biologi? betul, peristiwa pembakaran zat makanan oleh oksigen yang berlangsung di dalam sel tubuh untuk mendapatkan energi, inilah oksidasi biologi. Jadi, tujuan pernapasan sesungguhnya adalah untuk mendapatkan energi.

Apa hubungannya hasil pernapasan dengan hasil pencernaan makanan?

Bernapas/respirasi adalah proses pembebasan energi kimiawi yang terdapat pada makanan menjadi energi yang diperlukan untuk hidup. Proses respirasi terdiri atas dua pengertian, yaitu:

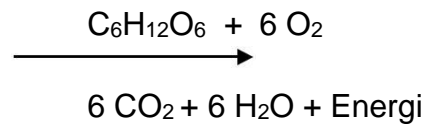
### **a. Respirasi Internal**

Respirasi ini merupakan proses masuknya oksigen dari dalam darah ke jaringan (sel) dan keluarnya karbondioksida dari jaringan (sel) ke dalam darah. Oksigen yang masuk ke dalam sel akan menghasilkan energi. Proses respirasi berlangsung pada organ sel yang disebut mitokondria dan terjadi melalui empat tahap reaksi, yaitu:

- 1) Tahap glikolisis
- 2) Tahap antara glikolisis dan siklus krebs
- 3) Tahap siklus krebs disebut juga siklus asam sitrat.
- 4) Tahap sistem sitokrom



Dari empat tahap kejadian di atas, respirasi mempunyai persamaan kimia sebagai berikut:

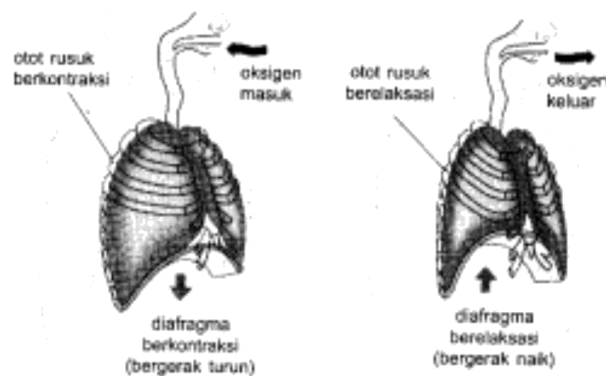


## b. Respirasi Eksternal

Merupakan proses masuknya oksigen dari udara luar melalui alat pernapasan ke dalam darah dan keluarnya karbondioksida dan air dari darah ke alat pernapasan.

Dilihat dari proses pengambilan udara pernapasan, ada dua macam respirasi, yaitu:

- a) *Pernapasan perut*, melibatkan otot diafragma, mekanismenya dibedakan menjadi: a. Fase inspirasi, otot diafragma berkontraksi sehingga rongga dada membesar, akibatnya tekanan dalam rongga dada mengecil udara dari luar masuk membawa  $\text{O}_2$  ; b. Fase ekspirasi, diafragma relaksasi rongga dada mengecil, akibatnya tekanan dalam rongga dada membesar dan udara keluar membawa  $\text{CO}_2$  .
- b) *Pernapasan dada*, melibatkan otot antar *tulang* rusuk, mekanismenya dibedakan menjadi: a. Fase inspirasi, otot antar tulang rusuk berkontraksi, sehingga rongga dada membesar, akibatnya tekanan udara rongga dada mengecil dan udara masuk membawa oksigen; b. Fase ekspirasi, otot antar tulang rusuk relaksasi, akibatnya tekanan dalam rongga dada membesar dan udara keluar membawa  $\text{CO}_2$

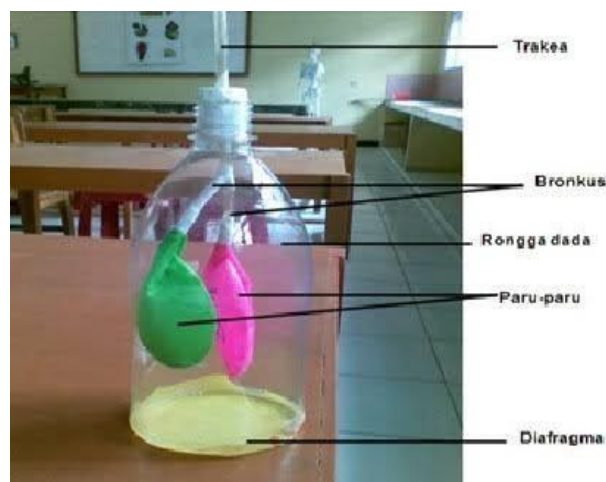


Gambar 43. Posisi diafragma ketika inspirasi dan ekspirasi  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

## Modul Belajar Mandiri

Coba saudara tarik napas, lalu keluarkan, ini mekanisma pernapasan yang dilakukan manusia setiap saat. Dalam keadaan normal, manusia bernapas setiap menit sebanyak 12-15 kali. Bagaimana pernapasan saat sedang bekerja keras? betul, frekuensi pernapasan meningkat. Hal ini dilakukan karena supaya oksigen yang diperoleh menjadi bertambah banyak, agar oksidasi makanan dalam tubuh menjadi meningkat supaya energi untuk bekerja terpenuhi.

Agar saudara lebih memahami mekanisma proses pernapasan coba diskusikan dalam kelompok kegiatan percobaan berikut ini:



Gambar 44. Model Paru-paru  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Saudara perhatikan model paru-paru seperti pada gambar 3.8, buat rangkaian model tersebut dalam kelompok, kemudian lakukan perlakuan berikut:

- 1) Tiup/hembuskan napas pada pipa/trakea
- 2) Tarik karet/diafragma ke bawah
- 3) Kembalikan karet/diafragma pada keadaan semula
- 4) Diskusikan pertanyaan berikut:
  - (a) Apa yang terjadi pada kedua balon kecil setelah kalian hembuskan napas melalui sedotan?
  - (b) Apa yang terjadi bila karet balon/diafragma bagian bawah ditarik?
  - (c) Apa yang terjadi bila karet balon/diafragma bagian bawah dikembalikan pada keadaan semula?
  - (d) Tuliskan jawabannya pada tabel berikut:

Tabel 8. Lembar jawaban diskusi organ pernapasan

No	Perlakuan pada balon bagian bawah/ diafragma	Perubahan yang terjadi pada balon dalam botol
1.	Ditiup	
2.	Ditarik	
3.	Dikembalikan pada keadaan semula	

1. Ketika saudara hembuskan napas pada sedotan artinya udara masuk (inspirasi) terlihat balon dalam botol menggelembung. Artinya saat menghembuskan napas udara bergerak dari tempat bertekanan tinggi menuju tempat dengan tekanan rendah.
2. Ketika karet/diafragma ditarik, artinya dalam mekanisme proses pernapasan adalah.....
3. Ketika karet/diafragma dikembalikan pada keadaan semula, artinya dalam mekanisme proses pernapasan adalah .....
4. Kesimpulan yang dapat saudara berikan .....

### c. Sistem Organ Pencernaan

Sistem organ pencernaan pada manusia berfungsi menguraikan makanan secara mekanik dan secara kimiawi menjadi molekul- molekul yang kecil sehingga dapat diserap oleh usus, dan diedarkan oleh sistem peredaran darah ke seluruh jaringan tubuh. Sari makanan berfungsi sebagai sumber energi untuk kegiatan metabolisme, untuk pertumbuhan sel-sel, dan untuk membangun serta mengganti sel-sel yang rusak. Untuk lebih mudah dalam memahami sistem organ pencernaan kita mulai dengan mempelajari organ pencernaan berikut ini.

#### 1) Organ Pencernaan

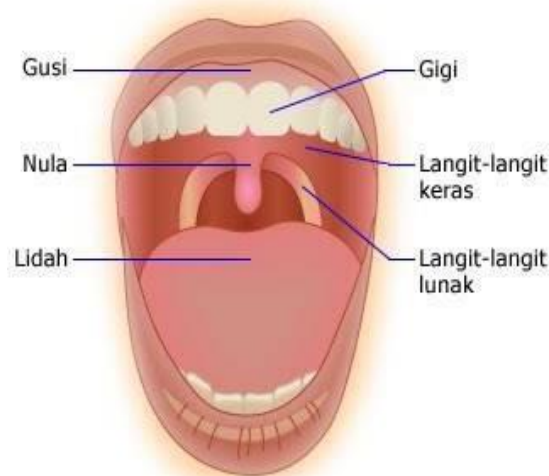
Ada beberapa organ-organ yang berperan dalam sistem pencernaan manusia. Jika diurutkan dari prosesnya, organ penyusun sistem pencernaan pada manusia adalah mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar dan anus. Terdapat pula enzim-enzim yang memiliki fungsi masing-masing dalam pencernaan.

Selain itu juga terdapat organ-organ penunjang lain dalam proses pencernaan manusia yang disebut sebagai organ pelengkap atau aksesori, di antaranya yaitu lidah gigi, kelenjar air liur, kantung empedu, hati dan pankreas. Proses pencernaan

manusia berlangsung sedemikian rupa hingga manusia bisa mendapat nutrisi pada makanan.

## a) Mulut

Mulut manusia dimulai dengan sepasang bibir, atas dan bawah. Mulut membantu mengambil makanan dan merupakan struktur yang penting untuk ekspresi wajah serta untuk berbicara.



Gambar 45. Mulut  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Rongga mulut berisi gigi dan lidah. Pada orang dewasa gigi dibagi menjadi 4 kelompok: a). Empat gigi seri (*incisors*) digunakan untuk menggigit dan memotong; b). dua gigi taring (*caninus*) digunakan untuk mencabik dan merobek; c). empat gigi geraham depan (premolars) digunakan untuk menggiling; dan d). enam gigi

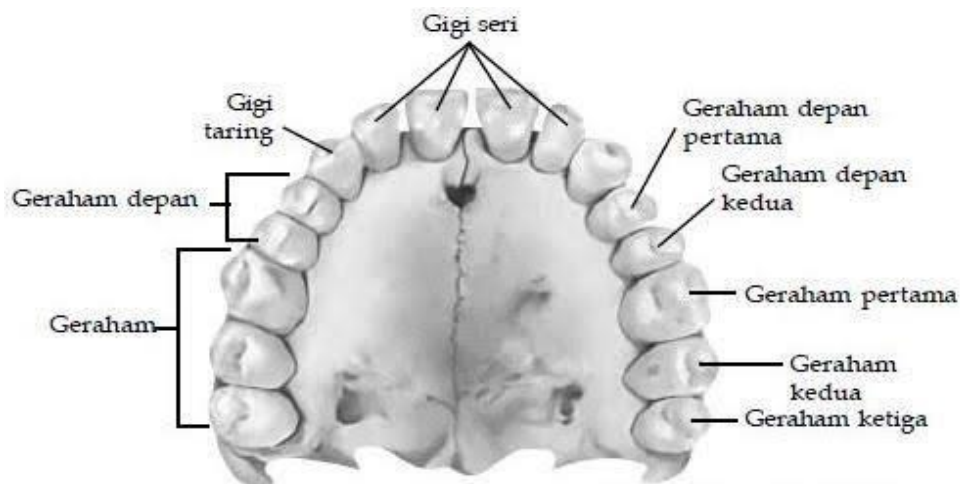
### Gigi anak-anak

2	1	2	2	1	2	
g	t	s	s	t	g	20 buah
2	1	2	2	1	2	

### Gigi dewasa

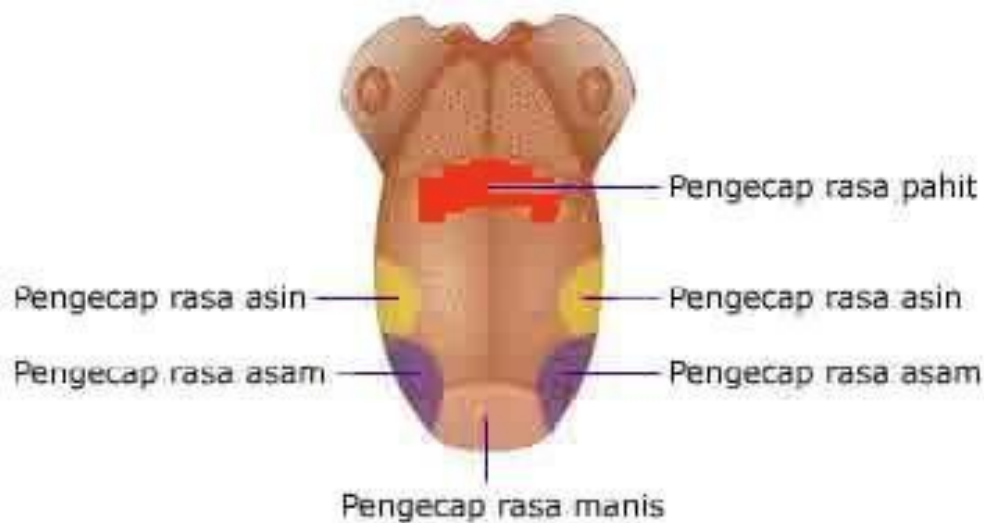
3	2	1	2	2	1	2	3	
g	g	t	s	s	t	g	g	32 buah
3	2	1	2	2	1	2	3	

geraham belakang (molars) yang besar juga digunakan untuk menggiling. Email gigi merupakan bahan yang sangat keras dan didukung oleh otot yang kuat untuk mengunyah makanan yang keras. Jumlah susunan gigi susu/gigi anak 20 buah (terdiri dari gigi seri 8, 4 gigi taring, dan gigi geraham 8 buah), setelah menginjak dewasa menjadi 32 buah (terdiri dari 8 gigi seri, 4 gigi taring, 8 gigi geraham depan, dan 12 geraham belakang). Adapapun susunannya sebagai berikut:



Gambar 46. Susunan gigi manusia  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Lidah merupakan organ berotot yang berfungsi memindahkan dan merubah makanan selama mengunyah. Lidah juga berfungsi mengecap tekstur dan rasa makanan pada manusia (manis, asam, asin dan pahit). *Mengapa lidah dapat merasakan rasa manis, asam, asin dan pahit?* Betul, lidah bisa mengenali rasa karena terdapat papila yang memiliki kuncup pengecap. Kuncup-kuncup pengecap ini mempunyai rambut mikroskopis yang sangat sensitif yang disebut dengan mikrovili. Nah, di dalam mikrovili inilah terdiri saraf-saraf sensorik yang dapat membawa pesan ke otak mengenai rasa makanan yang Anda rasakan, apakah asin, manis, asam, atau pahit.

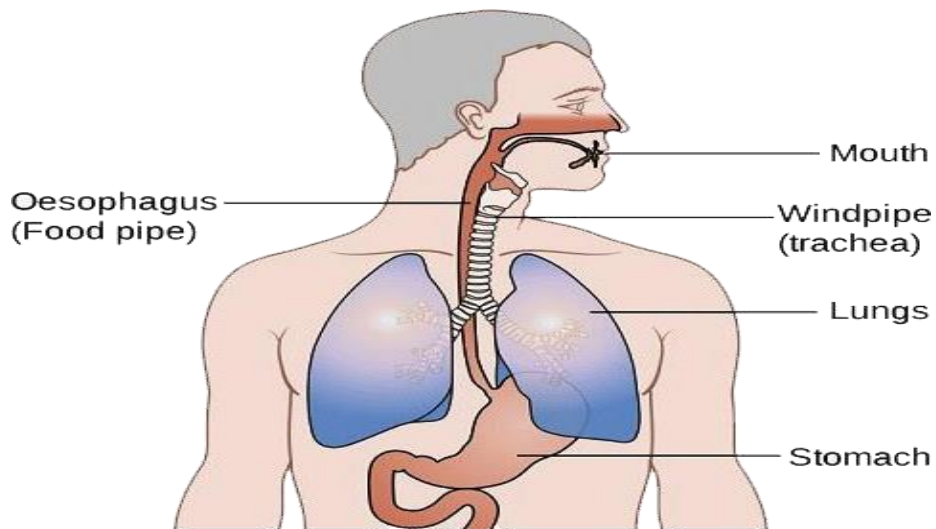


Gambar . Lidah Pengecap Rasa  
(Sumber: Pustekom Depdiknas, 2008)

Ketika makanan masuk ke dalam rongga mulut, proses pencernaan makanan mulai berjalan baik secara mekanik, kimiawi maupun biologi. Bagian pangkal lidah mengunyah makanan menjadi *bolus* yang lembab dan lembut agar mudah untuk ditelan (*mekanik*). Rongga mulut dibasahi oleh saliva yang dikeluarkan oleh 3 kelenjar ludah: submandibula, sublingualis, dan parotid. Pada orang dewasa, saliva dihasilkan sebanyak 1,5 liter sehari. Fungsi saliva untuk melembabkan udara yang masuk melalui mulut menuju paru-paru; membasahi makanan dan membantu pembentukan bolus; dan membawa bermacam molekul dan ion-ion penting untuk pencernaan (*kimiawi*). Penelanan dibantu adanya lendir dalam saliva. Saliva juga mengandung amilase, enzim yang menghidrolisis zat pati menjadi gula, dan enzim lain yang membantu membunuh bakteri (*biologi*).

## b) Faring dan Esofagus

Fungsi utama faring adalah sebagai saluran alat pencernaan yang membawa makanan dari rongga mulut hingga ke esofagus. Esofagus (dari bahasa Yunani: oeso - "membawa", dan phagus "memakan") atau kerongkongan adalah tabung (tube) berotot pada manusia yang dilalui sewaktu makanan mengalir dari bagian mulut ke dalam lambung. Makanan berjalan melalui esofagus dengan menggunakan proses peristaltik.



Gambar 47. Esophagus  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

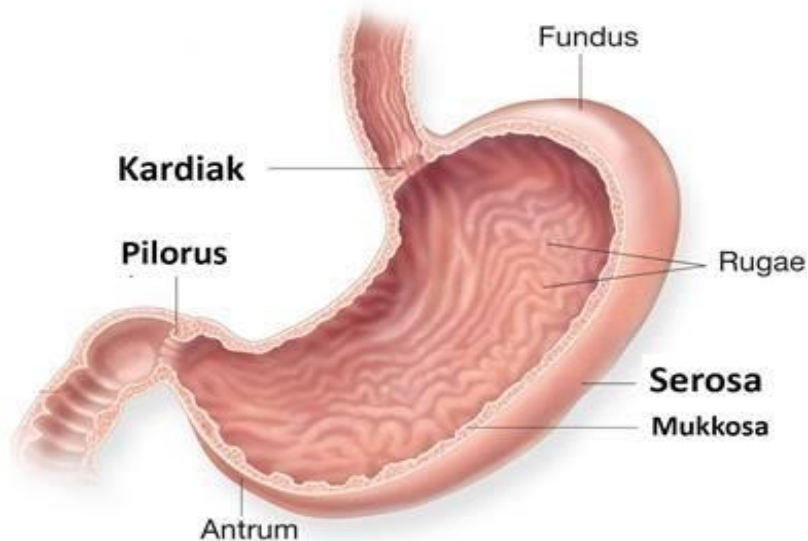
Makanan dan cairan yang ditelan dan mulut menuju faring, katup berdinding tipis di belakang mulut yang juga mengarah pada saluran pernapasan dan saluran pencernaan.

Epiglottis dan korda vokal menutup trakea ketika makanan memasuki esofagus, dan tidak ada udara yang masuk ke trakea. Kontraksi otot rangka pada dinding faring dan esofagus bagian atas mendorong bolus dan cairan ke dalam lambung. Kontraksi otot ini dan gerakan epiglottis mencegah masuknya makanan ke dalam trakea.

### **c) Lambung**

Lambung manusia berbentuk J, kantung yang memulai menguraikan protein dengan adanya cairan asam yang mengandung air, lendir, enzim dan asam clorida (HCl). HCl pada lambung akan disekreskan ketika ada makanan masuk lambung atau mencium bau makanan, termasuk ketika seseorang mengalami stres. Bagaimana hubungannya dengan penyakit maag? HCl akan membunuh bibit penyakit yang masuk ke dalam tubuh bersama-sama dengan bahan makanan. Pada dinding lambung terdapat lendir yang disebut mukus yang berfungsi melindungi lambung. Namun, apabila jumlah lendir terlalu sedikit, atau sebaliknya asam lambung terlalu banyak, maka dapat terjadi luka pada dinding lambung. Gejala ini kemudian menyebabkan penyakit maag. Fungsi lambung yang utama

dalam sistem pencernaan manusia yaitu sebagai tempat menyimpan dan mencerna makanan baik secara mekanik maupun kimiawi. Pencernaan secara mekanik di lambung dilakukan dengan bantuan otot-otot lambung melalui gerak peristaltik. Sedangkan secara kimiawi, proses pencernaan makanan dilakukan dengan bantuan enzim-enzim yang disekresikan oleh kelenjar di dinding lambung.



Gambar 48. Lambung  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

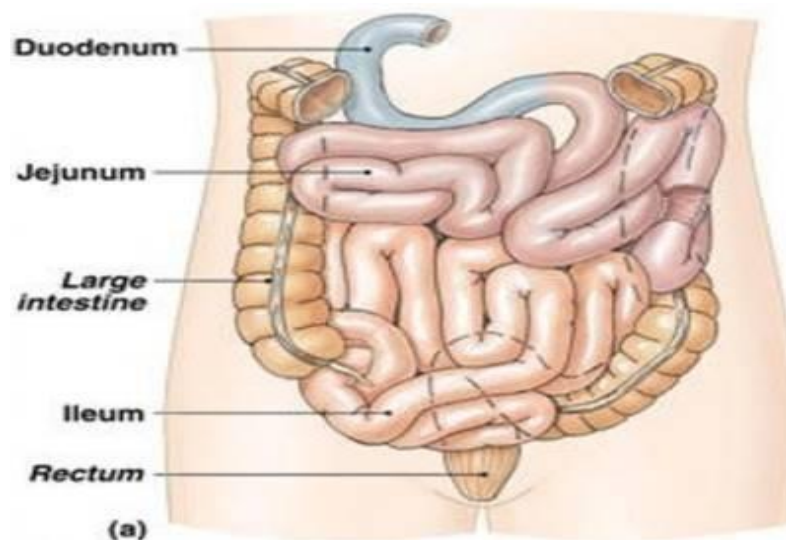
Lambung menghancurkan makanan secara mekanik dibantu oleh otot-otot dinding lambung yang bergerak secara peristaltik untuk mengaduk dan mencampur makanan dengan getah lambung. Setelah lebih kurang 3 jam, makanan tersebut akan berbentuk seperti bubur yang disebut dengan chyme (kimus). Kemudian kimus akan masuk ke usus halus melalui sfingter pylorus yang berkontraksi dan mendekat. Karena ukuran sfingter pylorus relatif sempit, maka kimus akan didorong masuk ke usus halus sedikit demi sedikit.

Berbeda dengan proses mekanik, pada pencernaan kimiawi, proses pencernaan makanan dilakukan dengan bantuan enzim-enzim yang disekresikan oleh kelenjar di dinding lambung. Ada beberapa enzim yang terdapat di lambung, diantaranya seperti pepsin yang memecah protein menjadi pepton, lipase yang memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol, asam klorida (HCl) yang mengubah pepsinogen menjadi pepsin dan membunuh mikroorganisme patogen serta renin yang berfungsi untuk mengendapkan protein susu menjadi kasein.



**d) Usus Kecil (Usus Halus - *Small Intestine*)**

Sebagian besar pencernaan makanan terjadi dalam usus kecil, terdapat di antara lambung dan usus besar. Usus halus memiliki diameter 4 cm, panjangnya sekitar 7-8 m, permukaannya mengandung sekitar 200.000 vili setiap mm<sup>2</sup>, seluruh permukaan usus halus manusia sekitar 250 m<sup>2</sup>. Usus halus dibagi menjadi tiga bagian: 30cm pertama disebut *duodenum* merupakan daerah pencernaan, kemudian 3 m disebut *jejunum*, dan 4 m terakhir disebut *ileum*, dua bagian terakhir merupakan daerah penyerapan.



Gambar 49. Usus Halus  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Duodenum mengandung enzim pencernaan, dihasilkan oleh: a). kelenjar duodenal; b). kelenjar pankreas, organ berbentuk daun yang menempel pada bagian ventral lambung, menyalurkan enzim melalui saluran pankreatik, enzim-enzim dan pankreas dapat mengurai lemak, protein, karbohidrat dan asam nukleat; c). kandung empedu yang menempel pada hati, dan menyalurkan cairan empedu dan hati ke duodenum. Cairan empedu sangat alkalin dan mengandung pigmen, kolesterol, dan garam empedu yang berperan mengemulsikan lemak, selain itu membantu mencerna dan menyerap lemak.

Cairan pankreatik dan cairan empedu mengandung banyak ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), yang menetralkan keasaman **chyme** dan lambung menuju duodenum. pH chyme berubah dari 2 menjadi 7,8 suatu pH optimum untuk kerja enzim pankreatik.

Usus halus terdiri dari tiga bagian, yaitu usus duabelas jari (duodenum), usus kosong (jejunum), dan usus penyerapan (ileum). Di dalamnya, makanan akan kembali diproses dengan enzim pencernaan yang diproduksi pankreas, dinding usus halus, dan cairan empedu dari kantong empedu. Ketiganya akan bekerja bersama-sama untuk menyelesaikan pencernaan makanan agar menjadi unit-unit kecil yang bisa diserap ke dalam pembuluh darah usus.

Enzim pencernaan secara kimiawi akan memecah molekul makanan kompleks menjadi lebih sederhana, kemudian cairan empedu membantu proses pencernaan mekanis yang memecah lemak sehingga menjadi partikel yang lebih kecil.

Proses pencernaan makanan di usus halus dibantu enzim pencernaan makanan yang dihasilkan kelenjar pankreas. Enzim tersebut adalah sebagai berikut.

- (1) Amilase: mengubah zat tepung menjadi amilum.
- (2) Tripsin: mengubah protein menjadi peptida dan asam amino.
- (3) Lipase: mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

Ketika makanan melalui usus duabelas jari, berarti proses pencernaan selesai. Proses berikutnya adalah penyerapan.

Penyerapan makanan umumnya terjadi dalam usus halus jejunum dan ileum. Di sana terdapat banyak lipatan atau disebut jonjot-jonjot usus (vili). Vili memiliki fungsi memperluas permukaan penyerapan, sehingga makanan dapat terserap dengan lebih efisien.

Selama proses penyerapan, molekul makanan akan memasuki aliran darah melalui dinding usus. Pembuluh darah mikroskopik atau kapiler dalam vili akan menyerap hasil pencernaan yaitu protein dalam bentuk asam amino dan karbohidrat dalam bentuk glukosa, sedangkan pembuluh getah bening dalam vili akan menyerap lemak dalam bentuk asam lemak dan gliserol.

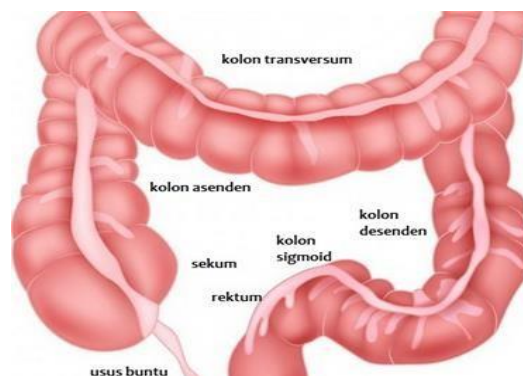
Dari situ, aliran darah akan membawa makanan yang sudah dicerna menuju ke

hati. Sel-sel hati kemudian akan menyaring zat-zat berbahaya dalam darah. Hati juga akan menyimpan vitamin larut dalam lemak serta nutrisi yang berlebihan, seperti glukosa untuk disimpan sebagai cadangan.

### e) Usus Besar (kolon)

Usus besar manusia merupakan segmen usus berdiameter **6,5** cm, dengan panjang 2 meter, tidak bervili sehingga luas permukaannya hanya 1/3 usus halus. Usus besar dihubungkan ke usus halus pada bagian ujungnya yang disebut sekum dan terdapat apendiks (usus buntu).

Susunan usus besar membentuk segi empat mengelilingi lipatan usus halus (**naik/ascending, datar/transverse, turun/descending colon**). **Descending colon** diakhiri dengan **rectum**, yang menuju ke anus tempat pembuangan feses.



Gambar 50. Usus Besar  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Usus besar menerima sisa cairan dan bahan yang tersisa setelah pencernaan dan absorpsi dan usus halus. Sisa ini berisi sejumlah besar air juga bahan yang tidak dapat kita cernakan (terutama selulosa dari tumbuhan). Mengapa selulosa tidak dapat dicerna oleh tubuh? Secara alamiah molekul-molekul selulosa tersusun dalam bentuk fibril-fibril yang terdiri dari beberapa molekul selulosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Fibril-fibril ini membentuk struktur kristal yang dibungkus oleh lignin. Komposisi kimia dan struktur yang demikian membuat kebanyakan bahan yang mengandung selulosa bersifat kuat dan keras. Sifat kuat dan keras yang dimiliki oleh sebagian besar bahan berselulosa

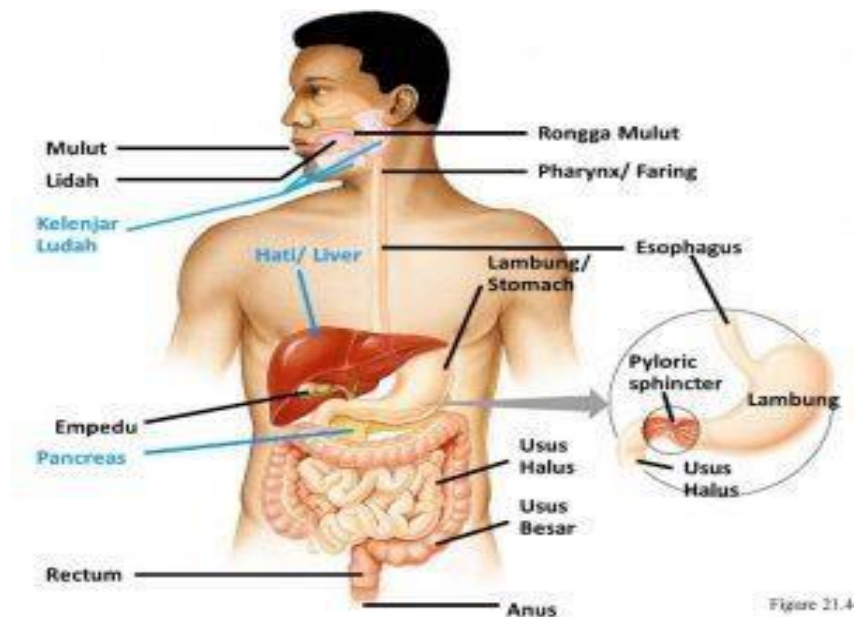
membuat bahan tersebut tahan terhadap peruraian secara enzimatik. Secara alamiah peruraian selulosa berlangsung sangat lambat, sehingga selulosa menjadi sulit dicernakan.

Selulosa dan beberapa bahan makanan lainnya merupakan makanan populasi bakteri yang sangat besar. Beberapa bakteri hidup bersimbiosis dalam usus besar, diantaranya *Escherichia coli*, dalam lingkungan hangat dan lembab jutaan bakteri ini mengambil makanan yang tidak dicerna dan pada saat yang bersamaan mengeluarkan asam amino dan vitamin K, yang diserap usus besar bersamaan dengan air dan mineral. *E. Coli* tidak berbahaya dapat menguntungkan manusia dengan memproduksi vitamin K melalui proses pembusukan sisa makanan, juga mampu mencegah bakteri lain di dalam usus besar dengan menekan pertumbuhan bakteri jahat, sehingga bakteri *E. Coli* sesungguhnya membantu dalam proses pencernaan makanan pada manusia.

Fungsi utama usus besar adalah reabsorpsi/penyerapan air kembali, dan menghasilkan feses (tinja). Air secara osmotik dikembalikan ke pembuluh limfa dan darah. Ketika air gagal diserap maka menyebabkan diare, buangan berair dan cepat keluar sehingga berakhir dengan dehidrasi (kehilangan cairan), sebaliknya jika buangan lambat bergerak menyebabkan konstipasi (sembelit). Feses dan usus besar melalui tabung bentuk-S masuk ke dalam rektum.

Feses berada di rectum sampai kedua sfingter yang mengawasi anus kendor dan gelombang peristaltik yang keras, untuk mengeluarkannya, dalam proses defekasi.

## 2) Mekanisma Proses Pencernaan



Gambar 51. Organ Pencernaan  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Pernahkan saudara membayangkan ketika kita selesai makan? Apa yang terjadi ketika makanan sudah masuk mulut? Terkadang kita tidak pernah berpikir akan kelanjutan proses setelah makanan masuk mulut apalagi sudah masuk organ pencernaan yang lainnya. Mari kita perhatikan keterangan berikut!

Sistem pencernaan manusia dalam prosesnya akan melibatkan dua komponen penting yaitu saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Saluran pencernaan adalah organ yang terlibat/dilalui oleh makanan pada sistem pencernaan manusia yang di dalamnya terjadi peristiwa mencerna dan menyerap. Saluran pencernaan pada manusia terdiri dari beberapa organ, berturut-turut dimulai dari: rongga mulut, esofagus, lambung, usus halus, usus besar, rektum, anus. Sedangkan kelenjar pencernaan adalah organ tubuh yang menghasilkan getah atau kelenjar yang membantu dalam pencernaan makanan. Kelenjar pencernaan terdiri atas kelenjar ludah, kelenjar getah lambung, hati, pankreas, dan kelenjar usus halus.

Mekanisma proses pencernaan terdiri dari pencernaan mekanik dan kimiawi. Prosesnya dimulai dari pencernaan mekanik yang terjadi di mulut. Kemudian dilanjutkan dengan pencernaan kimiawi oleh enzim di organ pencernaan lainnya.

## a) *Pencernaan Mekanik*

Pencernaan mekanik terjadi mulai di dalam mulut dan lambung. Proses yang terjadi di dalam mulut melibatkan gigi untuk gerakan mekanik dalam mencerna makanan. Sementara itu, di lambung terjadi pencernaan mekanik yang berupa gerakan seperti mengaduk atau meremas makanan. Gerakan mekanik di dalam lambung tersebut digerakkan oleh otot polos yang disebut sebagai gerakan peristaltik.

Dalam melakukan prosesnya, gigi juga banyak sekali tipenya yang kerap digunakan untuk makan sehari-hari. Jika dikategorikan, ada tiga jenis gigi yang berperan dalam mencerna makanan secara mekanik di dalam mulut, yaitu: Tipe-tipe gigi pada manusia:

- Gigi Seri (Incisor) – berfungsi untuk memotong makanan.
- Gigi Taring (Canine) – berfungsi untuk mencabik-cabik dan mengoyak makanan.
- Gigi Geraham (Premolar & Molar) – berfungsi untuk melumatkan makanan.

## b) *Pencernaan Kimiawi*

Pencernaan kimiawi dilakukan oleh enzim. Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai biokatalis di dalam tubuh.

Enzim-enzim yang berperan dalam proses pencernaan secara kimiawi, antara lain:

**Amilase:** enzim ini dihasilkan oleh kelenjar saliva. Di dalam mulut, enzim ini berfungsi untuk memecah pati menjadi maltosa. Enzim amilase diproduksi di kelenjar liur, pankreas, dan usus halus. Enzim ini bertugas memecah zat pati atau karbohidrat menjadi gula (glukosa). Saat makanan yang mengandung karbohidrat dikunyah, kelenjar liur di dalam mulut akan menghasilkan amilase.

Setelah tertelan, makanan tersebut akan dicerna lebih lanjut di usus halus oleh enzim amilase yang dihasilkan oleh pankreas. Di dalam usus, amilase terus memecah molekul zat pati hingga menjadi glukosa, yang nantinya akan diserap ke

dalam sirkulasi darah melalui dinding usus halus.

**Protease:** enzim ini dihasilkan di lambung dan pankreas, berfungsi memecah protein menjadi asam amino. Enzim protease adalah enzim pencernaan yang bertugas untuk memecah protein dalam makanan menjadi asam amino. Enzim ini diproduksi di lambung, pankreas, dan usus halus. Terdapat beberapa jenis enzim protease, yaitu pepsin (enzim pencernaan utama di lambung), tripsin, dan kimotripsin.

**Lipase:** dihasilkan oleh pankreas, berfungsi untuk memecah lemak (lipid) menjadi asam lemak dan gliserol. Lipase adalah enzim yang memiliki tugas memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol (zat gula yang mengandung alkohol). Organ tubuh yang berperan dalam menghasilkan enzim ini adalah pankreas dan lambung. Enzim lipase juga ditemukan di dalam ASI, fungsinya untuk membantu bayi mencerna molekul lemak saat menyusu.

**Maltase:** enzim maltase diproduksi di usus kecil, berfungsi untuk memecah maltosa menjadi glukosa. Enzim ini diproduksi oleh usus halus dan memiliki fungsi untuk menghancurkan maltosa. Zat gula maltosa ini banyak ditemukan pada tumbuhan, seperti biji-bijian, gandum dan ubi.

Dalam proses pencernaan makanan banyak melibatkan organ dalam lainnya yang sangat berperan dalam mekanisme pencernaan secara kimiawi, diantaranya Hati (liver). Hati merupakan organ terbesar dan salah satu organ serba guna dalam tubuh manusia, sebagai perantara sistem pencernaan dan kebutuhan metabolik organisme. Hati tersusun oleh jutaan sel yang disebut hepatosit, yang membantu pengaturan nutrisi yang terkandung dalam darah. Hepatosit juga membentuk sejumlah protein darah, termasuk protrombin (enzim yang terlibat dalam pembekuan darah) dan albumin (protein plasma). Asam amino diserap dalam hati dan diubah menjadi urea, yang akan diekskresikan dalam urin. Hemoglobin dan sel darah merah yang mati dikumpulkan dalam hati dan diubah menjadi bilirubin (merah) dan biliverdin (hijau), yang merupakan warna cairan empedu dan warna feses. Enzim tertentu dalam hepatosit dapat menguraikan racun seperti alkohol dan obat-obatan lainnya. Jika terkena racun pada tingkat-tinggi atau kronik, maka sel-sel hepatosit dapat mengalami kerusakan, dan menyebabkan penyakit yang disebut sirosis.

Hati juga menghasilkan *somatomedins*, zat yang mempengaruhi pertumbuhan tulang; hati juga menyimpan vitamin yang larut dalam lemak; tempat menyimpan glikogen; serta memelihara kadar gula darah normal. Artinya, kondisi hati menunjukkan kesehatan seluruh tubuh.

Semua proses pencernaan secara kimia dikoordiansikan oleh otak melalui proses *Pengendalian Sekresi Enzim*:

- (1) Impuls dari Otak menstimulasi Sekresi Saliva dan getah Lambung Pada saat melihat dan mencium makanan.
- (2) Cabang Nervus Vagus menstimulasi sel pada lambung untuk mensekresikan hormon pencernaan (Gastrin) ke dalam pembuluh darah.
- (3) Hal tersebut menyebabkan kelenjar gastrik pada dinding lambung mensekresikan HCl dan Pepsinogen. (Ketika makanan sampai di lambung, stimulasi diikuti sekresi gastrik).
- (4) Ketika *Chyme* dan lambung sampai di duodenum, asam dalam chyme menyebabkan sekresi hormon Sekretin, sedang protein dan lemak dalam *chyme* menyebabkan Sel Intestinal mensekresikan kolesistokinin (*Cholecystokinin/CCK*).
- (5) Kedua Hormon tersebut menyebabkan otot polos usus berkontraksi perlahan, selanjutnya makanan bergerak perlahan, Lemak banyak dicerna dan diserap. Selain itu, Secretin menyebabkan Pankreas mensekresi Bikarbonat (mentralkan asam dalam chyme)
- (6) CCK menyebabkan pancreas mensekresikan getahnya yang banyak mengandung enzim pencerna protein (Tripsin dan Kimotripsin)
- (7) Sel Intestinal minimal mensekresikan 6 hormon tambahan untuk mengendalikan lambung dan pancreas. Salah satunya adalah *Vasoactive Intestinal Peptide* (VIP), hormon yang disekresikan duodenum ketika lemak terdapat dalam rongga. Peran lain VIP meningkatkan sekresi getah pankreas dan menghambat sekresi getah lambung.

Berdasarkan uraian diatas ada dua organ, kelenjar pencernaan yang berperan besar dalam pencernaan manusia yaitu “hati” dan “pancreas “ sebelum mengakhiri pembahasan ini coba saudara diskusikan kemudian simpulkan peran ke dua organ tersebut!



a) Hati :

.....  
.....  
.....  
.....

b) Pankreas :

.....  
.....  
.....  
.....

Samakan pendapat saudara dengan kesimpulan berikut:

- a) **Hati** merupakan “kelenjar” terbesar yang terdapat dalam tubuh manusia. Letaknya di dalam rongga perut sebelah kanan. Fungsi dari hati yaitu menghasilkan Empedu untuk dikeluarkan ke duodenum melalui duktus koledokus yang *funksinya* mengemulsikan lemak dengan bantuan lipase. Selain itu, pigmen empedu memberi warna khas pada feses.
- b) **Pankreas** adalah organ pada sistem pencernaan yang memiliki dua fungsi utama yaitu menghasilkan enzim pencernaan. Enzim yang dihasilkan oleh pankreas yaitu lipase berfungsi untuk mencerna lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Amylase pankreas berfungsi untuk mencerna amilum menjadi maltose. Dan tripsin berfungsi mencerna pepton dan protein menjadi asam amino dan dipeptide.

Saudara, itulah mekanisme proses pencernaan makanan di dalam tubuh manusia.

Proses pencernaan sudah mulai terjadi ketika makanan berada di dalam mulut. Dari sana, makanan akan dilumatkan oleh gigi, langit-langit mulut, dan pipi bagian dalam agar di dalam perut lebih mudah untuk dicerna lebih lanjut. Setiap orang memiliki sistem pencernaan dan respon terhadap makanan yang berbeda-beda. Hal ini yang membuat setiap orang membutuhkan waktu pencernaan yang berbeda.

Selain itu, pemilihan makanan juga memengaruhi berapa lama makanan dicerna di dalam tubuh. Makanan yang mengandung protein tinggi, akan lebih lama berada di dalam perut ketimbang makanan berserat seperti sayur atau buah-buahan.

Namun, secara umum makanan yang Anda konsumsi membutuhkan 6-8 jam untuk melewati lambung hingga usus halus. Setelah itu, makanan akan masuk ke dalam usus besar, baru diserap semua zat gizinya. Akhirnya, sisa-sisa makanan yang tak terpakai akan dibuang melalui anus (dubur) – saat inilah Anda akan buang air besar (BAB).

Saudara, adanya pengetahuan tentang organ-organ pencernaan dan proses pencernaan dalam tubuh dapat menjadikan diri kita untuk selalu berhati-hati.

Artinya, bijak dalam memilih makanan yang baik bagi organ pencernaan kita. Meringankan proses keberlangsungan makanan tersebut mulai diolah baik secara mekanik ataupun kimiawi dengan mempertimbangkan makanan yang sehat, bersih, dan bergizi sebagai parameter yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh.

### 3) Sistem kardiovaskular

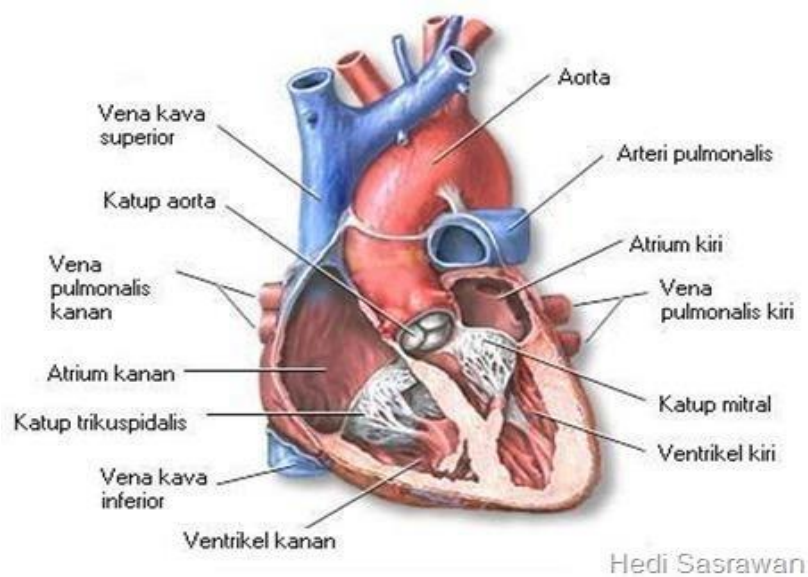
Sistem kardiovaskular terdiri dari jantung (kardio) dan pembuluh darah (vaskular). Sistem kardiovaskular bertanggung jawab dalam memompa dan mengedarkan darah ke seluruh tubuh (sirkulasi darah). Darah sendiri merupakan sarana transportasi bagi oksigen, karbon dioksida, nutrisi, hormon, serta berbagai zat lainnya, dari dan ke seluruh tubuh.

Sistem kardiovaskular dikenal juga dengan sebutan sistem sirkulasi atau sistem peredaran darah. Tugas sistem kardiovaskular adalah untuk memompa dan mengalirkan darah ke seluruh tubuh. Sistem kardiovaskular terdiri dari jantung, pembuluh darah, dan darah.

Darah yang dialirkan ke seluruh tubuh mengandung zat-zat gizi, hormon, dan udara berupa oksigen atau karbondioksida. Fungsi sistem kardiovaskular sangat terkait dengan sistem kekebalan tubuh

## a) Jantung

Jantung adalah bagian vital dalam tubuh manusia yang bertugas untuk menerima dan memompa darah ke seluruh tubuh. Organ ini punya ukuran yang sedikit lebih besar dari kepalan tangan Saudara, yakni sekitar 200-425 gram. Letak jantung berada di antara paru-paru, di tengah dada, tepatnya di bagian belakang kiri tulang dada. Untuk lebih jelasnya, berikut gambar anatomi jantung sekaligus penjelasan mengenai bagian jantung dan fungsinya



Gambar 52. Jantung Manusia  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

### (1) Atrium (Serambi)

Serambi atau disebut juga atrium merupakan bagian jantung atas yang terdiri dari serambi kanan dan kiri. Serambi kanan berfungsi untuk menerima darah kotor dari tubuh yang dibawa oleh pembuluh darah.

Sedangkan serambi kiri berfungsi untuk menerima darah bersih dari paru-paru. Serambi memiliki dinding yang lebih tipis dan tidak berotot karena tugasnya hanya sebagai ruangan penerima darah.

### (2) Ventrikel (Bilik)

Sama seperti serambi, bilik atau disebut juga ventrikel merupakan bagian jantung bawah yang terdiri dari bagian kanan dan kiri. Bilik kanan berfungsi untuk memompa darah kotor dari jantung ke paru-paru.

Sementara itu, bilik kiri berfungsi untuk memompa darah bersih dari jantung ke seluruh tubuh. Dinding bilik jauh lebih tebal dan berotot dibandingkan dengan serambi karena bekerja lebih keras untuk memompa darah baik dari jantung ke paru-paru maupun ke seluruh tubuh.

### (3) Katup

Jantung memiliki empat katup yang menjaga aliran darah mengalir ke satu arah, yaitu:

- (a) *Katup trikuspid*, mengatur aliran darah antara serambi kanan dan bilik kanan.
- (b) *Katup pulmonal*, mengatur aliran darah dari bilik kanan ke arteri pulmonalis yang membawa darah ke paru-paru untuk mengambil oksigen.
- (c) *Katup mitral*, mengalirkan darah yang kaya oksigen dari paru-paru mengalir dari serambi kiri ke bilik kiri.
- (d) *Katup aorta*, membuka jalan bagi darah yang kaya akan oksigen untuk dilewati dari bilik kiri ke aorta (arteri terbesar di tubuh).

### (4) Pembuluh darah jantung

Ada tiga pembuluh darah utama yang terdapat di jantung, yaitu:

- (a) *Arteri*, membawa darah yang kaya akan oksigen dari jantung ke bagian tubuh lainnya, kecuali *arteri pulmonalis* yang kaya CO<sub>2</sub>. Arteri memiliki dinding yang cukup elastis sehingga mampu menjaga tekanan darah tetap konsisten.
- (b) *Vena*, pembuluh darah yang satu ini membawa darah yang miskin oksigen dari seluruh tubuh untuk kembali ke jantung kecuali *vena pulmonalis* kaya O<sub>2</sub>. Dibandingkan dengan arteri, vena memiliki dinding pembuluh yang lebih tipis.

(c) *Kapiler*, pembuluh darah ini bertugas untuk menghubungkan arteri terkecil dengan vena terkecil. Dindingnya sangat tipis sehingga memungkinkan pembuluh darah melakukan difusi zat untuk bertukar senyawa dengan jaringan sekitarnya, seperti karbon dioksida, air, oksigen, limbah, dan nutrisi.

Dalam mekanisme kerjanya jantung memiliki dua siklus jantung, siklus tersebut menunjukkan urutan kejadian yang terjadi saat jantung berdetak secara sistemik. Berikut dua fase siklus jantung, yaitu:

(1) *Sistol*, jaringan otot jantung berkontraksi untuk memompa darah keluar dari ventrikel.

(2) *Diastol*, otot jantung rileks terjadi pada saat pengisian darah di jantung

Tekanan darah meningkat di arteri utama selama sistol ventrikel dan menurun selama diastol ventrikel. Hal ini menyebabkan 2 angka yang terkait dengan tekanan darah. Tekanan darah sistolik adalah angka yang lebih tinggi dan tekanan darah diastolik adalah angka yang lebih rendah. Misalnya, tekanan darah 120/80 mmHg menggambarkan tekanan sistolik (120 mmHg) dan tekanan diastolik (80mmHg).

Tekanan darah normal menunjukkan sistolis 120 mm Hg dan Diastolis 80 mm Hg pada jantung dapat diketahui dengan menggunakan alat ukur Tensimeter, ketika seseorang yang memiliki tekanan di atas normal maka orangnya menderita Hipertensi (tekanan darah tinggi) demikian pula ketika di bawah tekanan darah normal orangnya menderita Hipotensi (tekanan darah rendah). Menurut American Heart Association, denyut jantung istirahat rata-rata: Anak-anak 10 tahun, dewasa yang lebih tua, dan manula: 60-100 denyut per menit (Beats Per Minute) Atlet pro terlatih adalah 40- 60 denyut per menit (BPM). Mengapa denyut jantungnya berbeda?

## **2. Mekanisma Proses Peredaran Darah**

Sistem peredaran darah manusia tersusun atas organ-organ yang berperan dalam pengangkutan darah di dalam tubuh. Adapun organ penyusun sistem peredaran

darah pada manusia, meliputi:

## (1) *Jantung*

Jantung merupakan organ vital di tubuh manusia yang bertugas sebagai pemompa darah ke seluruh tubuh. Organ ini terletak di antara paru-paru, di tengah dada, tepatnya di bagian belakang sisi kiri tulang dada. Jantung memiliki ukuran yang sedikit lebih besar dari kepalan tangan.

Di dalam jantung terdapat empat ruangan yang terbagi menjadi dua bilik (ventrikel) dan dua serambi (atrium). Serambi dan bilik kiri jantung berisi darah bersih yang kaya akan oksigen, sedangkan bilik dan serambi kanan berisi darah kotor. Selain memiliki empat ruangan, jantung juga mempunyai empat katup yang berguna untuk menjaga supaya darah tetap mengalir ke arah yang benar. Detak jantung orang normal berkisar antara 60-100 kali per menit. Namun ada pengecualian, misalnya pada atlet yang bugar, detak jantungnya bisa di bawah 60 kali per menit.

## (2) *Pembuluh darah*

Pembuluh darah merupakan sistem peredaran darah berbentuk tabung otot elastis atau pipa yang berfungsi membawa darah dari jantung ke bagian tubuh lain, ataupun sebaliknya. Pembuluh darah bisa dibedakan menjadi dua, yaitu pembuluh nadi (arteri) dan pembuluh balik (vena).

- (a) **Arteri** merupakan pembuluh darah yang berfungsi membawa darah keluar dari jantung, baik ke seluruh tubuh maupun ke paru-paru. Darah yang dialirkan pembuluh arteri mengandung banyak oksigen, kecuali pada arteri pulmonalis, yang khusus membawa darah kotor untuk dialirkan ke paru. Darah bersih yang dipompa keluar dari jantung akan melalui pembuluh darah utama (*aorta*) dari bilik kiri jantung. Aorta ini kemudian bercabang menjadi pembuluh darah yang lebih kecil (arteri), yang menyebar ke seluruh bagian tubuh.
- (b) **Vena** merupakan pembuluh darah yang berfungsi membawa darah kembali ke jantung, dari seluruh tubuh atau dari paru-paru. *Vena cava* membawa darah kotor yang mengandung karbon dioksida dari seluruh tubuh, yang kemudian akan dialirkan ke paru-paru untuk ditukar dengan

oksigen melalui proses pernapasan. Sedangkan vena pulmonalis (vena paru) membawa darah bersih yang kaya oksigen dari paru-paru menuju jantung.

- (c) **Darah** adalah komponen terpenting dari sistem peredaran darah. Darah memiliki fungsi sebagai pembawa nutrisi, oksigen, hormon, **antibodi**, serta berbagai zat lainnya, dari dan ke seluruh tubuh. Darah manusia terdiri dari beberapa bagian, yang meliputi plasma darah dan sel-sel darah. Plasma darah, merupakan cairan berwarna kekuningan pada darah yang bertugas membawa zat-zat penting, seperti hormon, protein, dan faktor pembekuan darah.

Semua sel darah, baik itu sel darah putih, sel darah merah dan trombosit diproduksi atau dibuat di sumsum tulang. Sumsum tulang terdiri atas lemak, darah, dan sel-sel khusus (sel induk) yang akan berubah menjadi berbagai jenis sel darah.

Beberapa tulang yang mengandung sumsum dan membentuk sel-sel darah diantaranya adalah: a) tulang dada; b) tulang rusuk; c) tulang pinggul dan d) tulang tengkorak.

Ada dua jenis sumsum yang dikenal selama ini yaitu: sumsum merah dan sumsum kuning. Sebagian besar sel darah merah dan sel darah putih serta trombosit dibuat di sumsum merah. Sel darah pada bayi atau anak-anak yang masih berusia muda dibuat di sumsum tulang yang berasal dari sebagian tulang di dalam tubuh mereka. Seiring dengan bertambahnya usia, beberapa sumsum tulang tersebut akan berubah menjadi sumsum kuning. Sedangkan sisanya, akan menjadi tulang belakang (vertebrae), tulang rusuk, tengkorak, panggul, dan tulang dada. Semua akan diisi dengan sumsum merah.

Jika seseorang mengalami kehilangan banyak darah, tubuh akan merubah sumsum kuning menjadi sumsum merah untuk meningkatkan produksi sel darah.

Fungsi darah selengkapnya pada tubuh manusia adalah:

- (a) Membawa oksigen ke sel dan jaringan tubuh.
- (b) Membawa nutrisi makanan seperti asam amino, asam lemak, dan glukosa yang akan digunakan oleh sel-sel.
- (c) Membawa limbah yang dihasilkan oleh sel pada saat melakukan metabolisme dan dikeluarkan sebagai karbondioksida, urea, dan asam laktat.
- (d) Sel darah putih berfungsi sebagai antibodi yang akan melindungi tubuh dari infeksi dan benda-benda asing seperti virus maupun bakteri.
- (e) Darah memiliki sel khusus yang disebut trombosit dan membantu darah untuk membeku atau mengental ketika kita terluka.
- (f) Mengangkut hormon yang dilepaskan oleh sel, kemudian mengirim sinyal untuk mempengaruhi sel lain di dalam tubuh.
- (g) Mengatur tingkat keasaman atau PH.
- (h) Mengatur suhu tubuh. Pada saat cuaca hangat atau pada saat kita berolahraga dan beraktivitas, aliran darah akan meningkat terutama dibagian permukaan tubuh sehingga kulit menjadi lebih hangat. dan kemudian membantu melepaskan panas untuk mendinginkan kembali suhu tubuh.

### 3. Sel darah merah (*eritosit*)



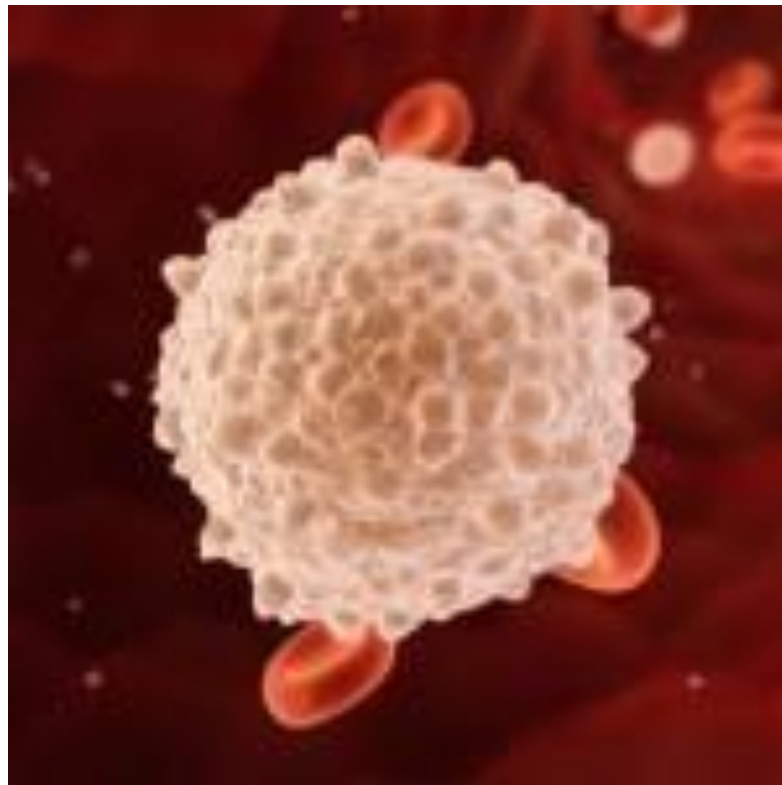
Gambar 53. Sel darah merah (*eritosit*)  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)



Sel darah merah dikenal juga dengan nama eritrosit. Sel ini jumlahnya sangat banyak dan mengandung hemoglobin. Hemoglobin merupakan protein yang mengandung zat besi. Fungsinya adalah untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan sel-sel. 97% (persen) sel darah, manusia mengandung protein. sebagai pembawa oksigen dan karbon dioksida.

Sel darah merah bisa hidup selama kurang lebih 4 bulan, dan jika sel darah mati, akan dibuang oleh limpa dan sel-sel kupffer di hati. Tubuh akan terus memproduksi sel darah, untuk menggantikan sel darah yang sudah mati.

#### **4. Sel darah putih (*leukosit*)**

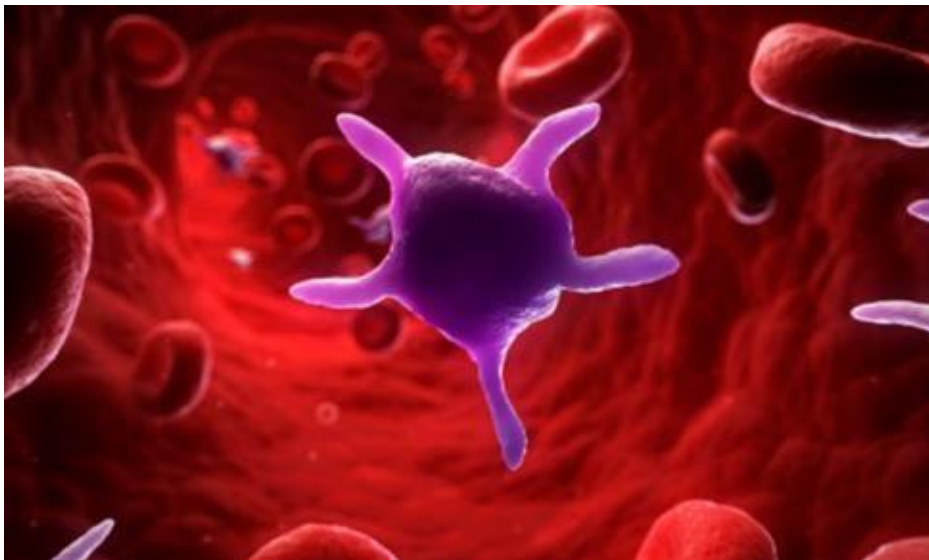


Gambar 54. Sel darah putih (*leucosit*)  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Sel darah putih disebut juga leukosit. Ini merupakan sel dari sistem kekebalan tubuh kita. Sel darah putih yang akan melindungi kesehatan tubuh terhadap berbagai infeksi dan benda asing (virus, bakteri, dll). Pada sel darah putih terdapat limfosit dan granulocytes yang terus bergerak dan bisa masuk serta bisa keluar dari aliran darah untuk menjangkau jaringan di seluruh tubuh. Selain itu, sel darah

putih juga bisa membantu tubuh melawan sel-sel yang tidak normal seperti sel kanker. Normalnya terdapat  $4 \times 10^{10}$  sel darah putih dalam setiap 1 liter darah.

### 5. Keping darah (*trombosit*)



Gambar 55. Trombosit  
(Sumber <https://www.google.com/search>)

Trombosit berfungsi untuk membekukan darah. Pada saat kita terluka, trombosit akan berkumpul untuk membantu proses pembekuan. Apabila terkena udara, trombosit akan pecah dan melepaskan fibrinogen ke dalam aliran darah. Ini akan memunculkan serangkaian reaksi yang menyebabkan darah membeku. Trombosit berfungsi untuk membekukan darah. Pada saat kita terluka, trombosit akan berkumpul untuk membantu proses pembekuan. Apabila terkena udara, trombosit akan pecah dan melepaskan fibrinogen ke dalam aliran darah. Ini akan memunculkan serangkaian reaksi yang menyebabkan darah membeku. Trombosit dibutuhkan tubuh untuk membantu proses pembekuan darah. Adapun proses pembekuan darah terjadi seperti berikut:



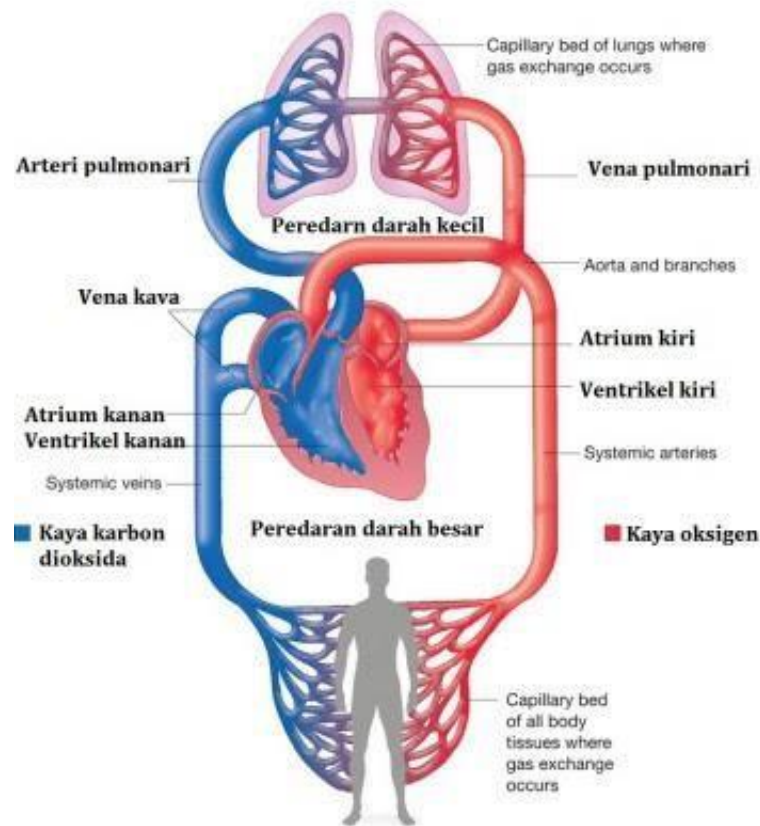
Pustekom ©2010

Gambar 56. Proses pembekuan darah  
(Sumber: Pustekom, 2010)

## 6. Peredaran Darah Manusia

Peredaran darah manusia dapat terbagi menjadi tiga, yakni sirkulasi sistemik, sirkulasi pulmonal, dan sirkulasi koroner. Ketiga sirkulasi ini saling bekerja sama untuk memastikan kelangsungan hidup manusia. Sirkulasi sistemik dikenal dengan proses peredaran darah besar yang dimulai dari: jantung → jaringan tubuh → jantung.

Sedangkan untuk sirkulasi pulmonal atau peredaran darah kecil dimulai dari: jantung → paru-paru → jantung. Untuk sirkulasi koroner merupakan sirkulasi yang mendarahi otot jantung, pembuluh yang terlibat adalah pembuluh koroner membentuk sirkulasi sistemik (vasa privata jantung). Sementara publik mengenalnya pada dua proses peredaran darah yaitu peredaran darah besar dan peredaran darah kecil yang gambaran jelasnya seperti gambar berikut:



Gambar 57. Peredaran darah besar dan peredaran darah kecil  
(Sumber: <https://www.google.com/search>)

Apa yang dapat saudara pahami dari gambaran peredaran darah di atas? Mari kita simak penjelasan berikut.

**Sirkulasi sistemik.** Disebut juga dengan peredaran besar, merupakan sirkulasi darah yang mencakup seluruh tubuh. Sirkulasi ini berlangsung ketika darah yang mengandung oksigen mengisi serambi kiri jantung melalui vena pulmonalis, usai melakukan pelepasan karbon dioksida di paru-paru. Kemudian, darah yang sudah berada di serambi kiri diteruskan ke bilik kiri, untuk selanjutnya disalurkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah utama (aorta). Darah yang dipompa melewati aorta akan terus mengalir hingga ke bagian paling tepi di seluruh area tubuh. Setelah menyalurkan berbagai zat yang dibawanya ke sel-sel tubuh, darah akan mengalir kembali menuju serambi kanan jantung untuk mengalami proses pembersihan darah.

**Sirkulasi pulmonal (paru).** Disebut juga dengan peredaran darah kecil, ini

merupakan sirkulasi darah dari jantung menuju paru-paru, dan sebaliknya. Sirkulasi ini berlangsung saat darah yang mengandung karbon dioksida dari sisa metabolisme tubuh kembali ke jantung melalui pembuluh vena besar (vena cava). Lalu, memasuki serambi kanan dan diteruskan ke bilik kanan jantung. Selanjutnya, darah yang sudah berada di bilik kanan akan dialirkan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis, untuk melakukan pertukaran gas karbon dioksida dengan oksigen. Setelah itu, darah bersih yang kaya oksigen akan memasuki serambi kiri jantung melalui vena pulmonalis.

*Sirkulasi koroner.* Sama seperti organ tubuh lain, jantung juga membutuhkan asupan oksigen dan nutrisi supaya dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Darah yang menutrisi jantung akan dialirkan melalui arteri koroner ke otot-otot jantung. Maka dari itu, sumbatan pada arteri koroner bisa mengurangi aliran oksigen dan nutrisi ke otot jantung, sehingga meningkatkan risiko terkena serangan jantung.

## **D. Rangkuman**

### **1. Sistem Pernapasan**

Untuk memahami kajian sistem pernapasan sebaiknya anda mengetahui terlebih dahulu organ-organ yang terlibat dalam proses pernapasan. Organ pernapasan manusia terdiri dari hidung dan rongga hidung, tenggorokan (faring), batang tenggorokan (laring) trachea, bronchus, bronchiolus, alveolus paru-paru.

Respirasi eksternal meliputi proses pengambilan oksigen dan pengeluaran karbondioksida dan uap air antara makhluk hidup dan lingkungannya, misal pada tumbuhan, hewan dan manusia. Sementara untuk respirasi internal disebut juga respirasi seluler karena pernapasan ini terjadi di dalam sel yaitu dalam sitoplasma dan mitochondria. Respirasi sel merupakan proses penggalan energi dalam bentuk ATP dari glukosa dalam makanan yang anda makan.

Terdapat tiga langkah dalam respirasi sel, antara lain: (1) Glikolisis, yaitu proses glukosa dipecah dalam sitoplasma menjadi dua molekul piruvat 3 karbon baik secara aerobik ataupun an-aerobik; (2) Siklus Krebs, yaitu proses pengangkutan

molekul piruvat ke dalam mitokondria secara aerobik dengan menggunakan molekul 2-karbon (asetil-coA) yang berasal dari piruvat dan menghasilkan karbondioksida; (3) Transpor elektron, yaitu proses masuknya pembawa energi (NADH) memasuki rantai transpor elektron untuk dihasilkan ATP.

Dilihat dari proses pengambilan udara pernapasan, ada dua macam respirasi, yaitu:

- 1) Pernapasan perut, melibatkan otot diafragma, mekanismenya dibedakan menjadi: a. Fase inspirasi, otot diafragma berkontraksi sehingga rongga dada membesar, akibatnya tekanan dalam rongga dada mengecil udara dari luar masuk membawa O<sub>2</sub> ; b. Fase ekspirasi, diafragma relaksasi rongga dada mengecil, akibatnya tekanan dalam rongga dada membesar dan udara keluar membawa CO<sub>2</sub> .
- 2) Pernapasan dada, melibatkan otot antar tulang rusuk, mekanismenya dibedakan menjadi: a. Fase inspirasi, otot antar tulang rusuk berkontraksi, sehingga rongga dada membesar, akibatnya tekanan udara rongga dada mengecil dan udara masuk membawa oksigen; b. Fase ekspirasi, otot antar tulang rusuk relaksasi, akibatnya tekanan dalam rongga dada membesar dan udara keluar membawa CO<sub>2</sub>

## 2. Sistem Pencernaan

Sistem organ pencernaan pada manusia berfungsi menguraikan makanan secara mekanik dan secara kimiawi menjadi molekul-molekul yang kecil sehingga dapat diserap oleh usus, dan didistribusikan oleh sistem peredaran darah ke seluruh jaringan tubuh. Sari makanan berfungsi sebagai sumber energi untuk kegiatan metabolisme, untuk pertumbuhan sel-sel, dan untuk membangun serta mengganti sel-sel yang rusak.

Ada beberapa organ-organ yang berperan dalam sistem pencernaan manusia. Jika diurutkan dari prosesnya, organ penyusun sistem pencernaan pada manusia adalah mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar dan anus. Terdapat

pula enzim-enzim yang memiliki fungsi masing-masing dalam pencernaan.

Selain itu juga terdapat organ-organ penunjang lain dalam proses pencernaan manusia yang disebut sebagai organ pelengkap atau aksesori, di antaranya yaitu lidah gigi, kelenjar air liur, kantung empedu, hati dan pankreas

Pencernaan mekanik terjadi mulai di dalam mulut dan lambung. Proses yang terjadi di dalam mulut melibatkan gigi untuk gerakan mekanik dalam mencerna makanan. Sementara itu, di lambung terjadi pencernaan mekanik yang berupa gerakan seperti mengaduk atau meremas makanan. Gerakan mekanik di dalam lambung tersebut digerakkan oleh otot polos yang disebut sebagai gerakan peristaltik.

Pencernaan kimiawi dilakukan oleh enzim. Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai biokatalis di dalam tubuh. Enzim-enzim yang berperan dalam proses pencernaan secara kimiawi, antara lain: Maltase, protease, lipase. Amilase.

### **3. Sistem Cardiovascular**

Sistem kardiovaskular terdiri dari jantung (kardio) dan pembuluh darah (vaskular). Sistem kardiovaskular bertanggung jawab dalam memompa dan mengedarkan darah ke seluruh tubuh (sirkulasi darah). Darah sendiri merupakan sarana transportasi bagi oksigen, karbon dioksida, nutrisi, hormon, serta berbagai zat lainnya, dari dan ke seluruh tubuh.

Sistem kardiovaskular dikenal juga dengan sebutan sistem sirkulasi atau sistem peredaran darah. Tugas sistem kardiovaskular adalah untuk memompa dan mengalirkan darah ke seluruh tubuh. Sistem kardiovaskular terdiri dari jantung, pembuluh darah, dan darah.

Tekanan darah meningkat di arteri utama selama sistol ventrikel dan menurun selama diastol ventrikel. Sistol, jaringan otot jantung berkontraksi untuk memompa darah keluar dari ventrikel (120 mm Hg) Diastol, otot jantung rileks terjadi pada saat pengisian darah di jantung (80 mmHg) Sirkulasi sistemik. Disebut juga dengan peredaran besar, merupakan sirkulasi darah yang mencakup seluruh tubuh. Sirkulasi ini berlangsung ketika darah yang mengandung oksigen mengisi serambi kiri jantung melalui vena pulmonalis, usai melakukan pelepasan karbon

dioksida di paru-paru. Kemudian, darah yang sudah berada di serambi kiri diteruskan ke bilik kiri, untuk selanjutnya disalurkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah utama (aorta). Darah yang dipompa melewati aorta akan terus mengalir hingga ke bagian paling tepi di seluruh area tubuh. Setelah menyalurkan berbagai zat yang dibawanya ke sel-sel tubuh, darah akan mengalir kembali menuju serambi kanan jantung untuk mengalami proses pembersihan darah.

Sirkulasi pulmonal (paru). Disebut juga dengan peredaran darah kecil, ini merupakan sirkulasi darah dari jantung menuju paru-paru, dan sebaliknya. Sirkulasi ini berlangsung saat darah yang mengandung karbon dioksida dari sisa metabolisme tubuh kembali ke jantung melalui pembuluh vena besar (vena cava). Lalu, memasuki serambi kanan dan diteruskan ke bilik kanan jantung. Selanjutnya, darah yang sudah berada di bilik kanan akan dialirkan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis, untuk melakukan pertukaran gas karbon dioksida dengan oksigen. Setelah itu, darah bersih yang kaya oksigen akan memasuki serambi kiri jantung melalui vena pulmonalis.