

Bab VII

Sistem Pernapasan

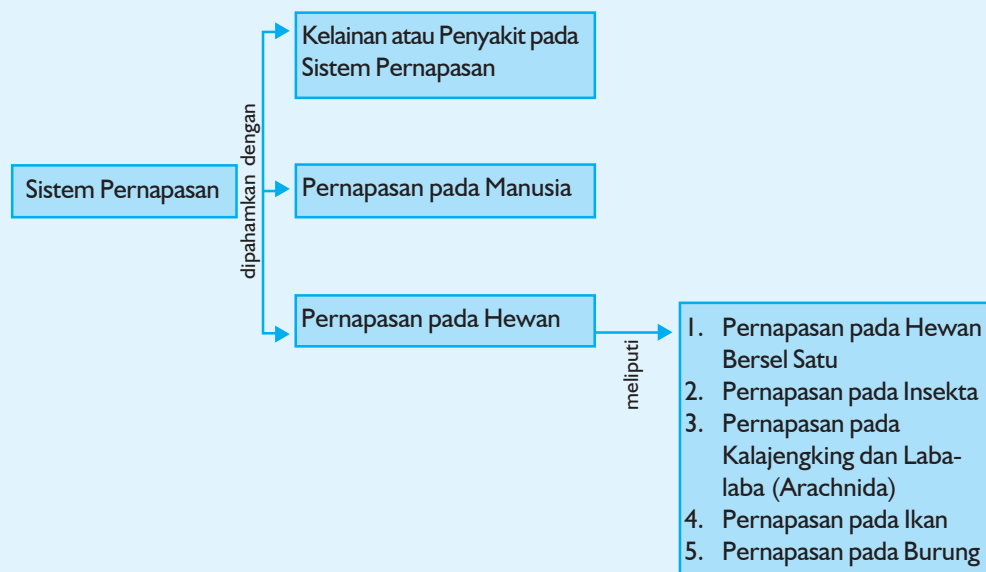


Tujuan Pembelajaran:

Sumber gambar: *Indonesian Heritage*

Setelah mempelajari bab ini, kalian dapat menjelaskan proses pernapasan manusia dan hewan, kalian dapat menjelaskan bagaimana kalian bernapas, selain itu kalian dapat menjelaskan kelainan atau penyakit yang bisa terjadi pada sistem pernapasan.

Untuk mempermudah tercapainya tujuan pembelajaran tersebut perhatikanlah **peta konsep** berikut!



Setelah peta konsep kalian kuasai, perhatikan kata kunci yang merupakan kunci pemahaman dalam bab ini! Berikut ini **kata kunci** dari bab VII:

1. Pernapasan
2. Oksigen
3. Paru-paru



Gambar. Kita bisa menghirup segarnya udara karena punya hidung

Sumber: Dokumentasi Penerbit

Coba bayangkan seandainya kita tidak mempunyai hidung, dari mana kita memasukkan oksigen?

Dengan mulut kita masih bisa memasukkan oksigen tetapi tidak ada yang menyaringnya.

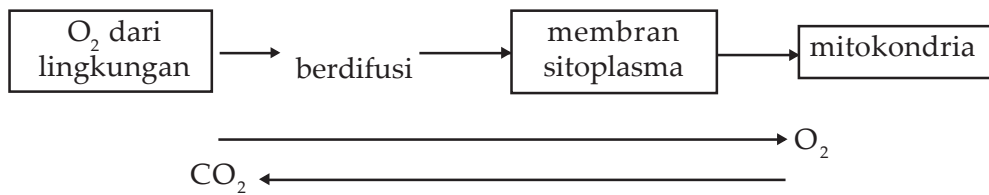
Hidung-faring-trakea-bronkus-bronkiolus-alveolus-paru-paru, merupakan saluran ajaib bagi keluar masuknya oksigen. Lebih jelasnya, pelajailah bab ini dengan cermat!

A. Pernapasan pada Hewan

Sistem pernapasan pada hewan amat bervariasi karena sistem organ tubuhnya juga bervariasi.

1. Pernapasan pada Hewan Bersel Satu

Hewan bersel satu belum memiliki sistem organ, pernapasannya terjadi secara langsung dari udara bebas langsung berdifusi ke dalam tubuhnya.



Skema 7.1 Pernapasan hewan bersel satu

Di dalam mitokondria O_2 digunakan untuk memecah senyawa organik, sehingga dihasilkan energi dan zat sisa berupa air dan CO_2 . CO_2 dan O_2 bergerak dengan arah yang berlawanan. O_2 bergerak secara difusi dari membran menuju ke mitokondria, sedangkan CO_2 bergerak dari mitokondria di dalam sitoplasma menuju membran terus ke udara bebas.

2. Pernapasan pada Insekta

Sistem pernapasannya berupa *sistem pernapasan trakea*. Alat pernapasan serangga adalah *pembuluh trakea*. Pembuluh trakea merupakan pembuluh udara yang memanjang dan bercabang-cabang menjadi halus (*trakeolus*) sehingga dapat mencapai seluruh jaringan tubuh. Udara keluar masuk melalui lubang kecil yang disebut *spirakel* yang terdapat pada setiap sisi ruas tubuh serangga.



Skema 7.2 Pernapasan pada insekta

Di dalam trakeolus terjadi pertukaran gas dengan sel-sel tubuh.

3. Pernapasan pada Kalajengking dan Laba-laba (Arachnida)

Alat pernapasannya berupa paru-paru buku (Arachnida hidup di darat) atau insang buku (Arachnida hidup di air).

Udara keluar masuk melalui spirakel yang disebabkan oleh gerakan otot yang teratur.

4. Pernapasan pada Ikan

Organ pernapasan pada ikan adalah:

- a. Insang dengan bentuk lembaran-lembaran merah muda dengan jumlah 5 - 7 lembar.
- b. Setiap lembar terdiri atas sepasang filamen.
- c. Pada permukaan filamen terdapat struktur yang letaknya saling sejajar yang disebut lamela.
- d. Setiap lamela mengandung banyak pembuluh darah yang memungkinkan oksigen berdifusi masuk dan karbon dioksida keluar dari insang.

Bagaimana pernapasannya? Pernapasan dilakukan melalui 2 tahap, yaitu:

- a. *Inspirasi (tahap pengambilan oksigen)*
O₂ dimasukkan ke dalam insang melalui rongga mulut.
- b. *Ekspirasi (tahap pelepasan karbon dioksida)*
CO₂ dikeluarkan melalui celah insang.

Melalui celah ini air akan menyentuh lembar-lembar insang sehingga terjadilah pertukaran gas, ketika darah melepaskan CO₂ dan mengikat O₂ dari air. Beberapa ikan, misalnya ikan mas, memiliki gelembung sebagai alat bantu pernapasan. Alat ini membantu pernapasan ikan dalam memperoleh dan menyimpan O₂. Selain untuk menyimpan udara, gelembung renang berperan sebagai alat hidrostatik, yaitu alat untuk mengetahui tekanan tempat ikan berenang.

5. Pernapasan pada Katak

Alat pernapasan pada katak terdiri atas selaput rongga mulut, kulit, dan paru-paru.

Mekanisme pernapasan:

a. *Selaput rongga mulut*

Bila faring dan rongga mulut bergerak, lubang hidung terbuka dan glotis tertutup sehingga udara masuk rongga mulut melalui selaput rongga mulut yang tipis.

b. *Kulit*

O₂ yang masuk melalui kulit akan melewati vena kulit (vena kutanea) kemudian ke jantung dan selanjutnya diedarkan ke seluruh tubuh. CO₂ dari jaringan dibawa ke jantung dan selanjutnya ke kulit dan paru-paru melalui arteri kulit paru-paru (arteri pulmo kutanea).

c. Paru-paru

Katak mempunyai sepasang paru-paru yang berbentuk gelembung tempat bermuara kapiler darah. Pada katak inspirasi dan ekspirasi berlangsung pada saat mulut tertutup.

1) *Inspirasi*

Udara kaya O_2 masuk ke paru-paru lewat selaput rongga mulut dan kulit. Otot sternohioideus berkontraksi sehingga rongga mulut membesar, akibatnya udara luar yang kaya O_2 masuk ke dalam rongga mulut melalui koane. Kemudian koane menutup dan segera otot rahang bawah dan otot geniohioideus berkontraksi sehingga rongga mulut mengecil. Mengecilnya rongga mulut mengakibatkan udara masuk ke celah-celah yang terbuka menuju ke paru-paru. Dalam paru-paru terjadi pertukaran gas, O_2 diikat oleh darah yang ada dalam pembuluh-pembuluh kapiler dinding paru-paru, sedangkan karbon dioksida dilepaskan.

2) *Ekspirasi*

Udara miskin O_2 dilepaskan ke luar. Otot perut dan otot sternohioideus berkontraksi sehingga udara yang ada di dalam paru-paru tertekan ke luar dan masuk ke dalam rongga mulut. Celah tekak menutup dan koane membuka. Bersamaan dengan itu, otot rahang bawah berkontraksi yang segera diikuti oleh kontraksi otot geniohioideus, sehingga rongga mulut mengecil. Dengan mengecilnya rongga mulut, akibatnya udara dari paru-paru yang kaya CO_2 akan keluar melalui koane.

6. Pernapasan pada Burung

Alat pernapasan burung:

- a. 2 pasang lubang hidung.
- b. Celah tekak pada dasar hulu kerongkongan atau faring yang menghubungkan rongga mulut dengan trakea.
- c. Trakea atau batang tenggorok.
- d. Sepasang paru-paru yang dihubungkan dengan kantong-kantong hawa atau pundi-pundi hawa atau sakus pneumatikus.

Kantong hawa terdapat pada: pangkal leher (servikal), ruang dada bagian depan (toraks anterior), antara tulang selangka (korakoid), rongga dada bagian belakang (toraks posterior), rongga perut (saccus abdominalis), ketiak (saccus axilaris).

Fungsi kantong hawa, yaitu membantu pernapasan, terutama saat saat terbang, menyimpan cadangan udara (oksigen), memperbesar atau memperkecil berat jenis pada saat burung terbang, mencegah hilangnya panas tubuh yang terlalu banyak.

a. Pernapasan saat tidak terbang

Inspirasi:

Otot antartulang rusuk berkontraksi sehingga menyebabkan rongga dada mengembang, demikian pula paru-paru ikut mengembang. Akibatnya, udara akan masuk ke dalam paru-paru. Sebagian udara diteruskan ke pundi-pundi udara.

Ekspirasi:

Rongga dada akan mengecil, sehingga tekanan paru-paru lebih besar dari pada tekanan udara luar sehingga udara keluar dari paru-paru. Bersamaan dengan mengecilnya rongga dada, udara dari pundi-pundi udara masuk ke paru-paru dan terjadi pelepasan O_2 dalam pembuluh kapiler paru-paru. Dengan demikian, pengambilan O_2 pada burung dilakukan baik pada tahap inspirasi maupun tahap ekspirasi.

b. Pernapasan saat terbang

Inspirasi:

Pada saat sayap diangkat, kantong udara antarkorakoid terjepit, sedangkan pada ketiak mengembang sehingga O_2 dapat masuk ke paru-paru.

Ekspirasi:

Pada saat gerakan sayap ke bawah kantong udara ketiak terjepit, sedangkan kantong udara antar korakoid mengembang. Akibatnya, udara dari paru-paru keluar. Semakin tinggi burung terbang, semakin cepat gerak sayapnya guna memenuhi kebutuhan O_2 .

Latihan 7.1 berikut akan mengembangkan **keingintahuan** dan **kecakapan akademik** kalian.

Latihan 7.1

Jelaskan sistem pernapasan pada ikan paru-paru (*Dipnoi*)!

B. Pernapasan pada Manusia

1. Alat Pernapasan Manusia

Terdiri:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| a. Rongga hidung (<i>cavum nasales</i>) | e. Bronkiolus (cabang dari bronkus) |
| b. Faring | f. Alveolus |
| c. Trakea (batang tenggorokan) | g. Paru-paru |
| d. Bronkus (cabang dari tenggorokan) | |

a. Rongga hidung

Merupakan tempat masuknya udara pernapasan. Di dalam rongga hidung udara akan mengalami:

- 1) Penyaringan, ditujukan kepada benda-benda asing yang tidak berbentuk gas, misalnya debu.
Benda-benda tersebut dihalangi oleh rambut-rambut yang tumbuh ke arah luar lubang hidung.
- 2) Penghangatan, yaitu mengubah suhu udara agar sesuai dengan suhu tubuh.

b. Faring atau tekak

Faring merupakan tempat terjadinya persimpangan antara saluran pernapasan dengan saluran pencernaan.

Di dalam faring terdapat:

- 1) Epiglottis bertugas mengatur pergantian perjalanan udara pernapasan dan makanan pada persimpangan tersebut.
- 2) Di bawah faring terdapat laring (pangkal tenggorok).
- 3) Pada laring terdapat celah yang disebut glotis yang menuju ke batang tenggorok, di dalam laring juga terdapat pita suara.

c. Trakea

Merupakan pipa yang dindingnya terdiri atas 3 lapis, yaitu:

- 1) Lapis luar terdiri atas jaringan ikat.
- 2) Lapis tengah terdiri atas otot polos dan cincin tulang rawan.
- 3) Lapis terdalam terdiri atas jaringan epitel bersilia yang menghasilkan banyak lendir yang berfungsi untuk menangkap dan mengembalikannya ke hulu saluran pernapasan benda-benda asing yang akan masuk ke paru-paru bersama udara pernapasan.

Kerjakan Latihan 7.2 berikut agar kalian **berpikir kritis** dan mengembangkan **kecakapan sosial** dan **akademik** kalian!

Latihan 7.2

Diskusikan!

Mengapa penderita asma, si penderita sukar untuk bernapas?

d. Bronkus

Bronkus merupakan cabang batang tenggorok. Jumlahnya sepasang, yang satu menuju ke paru-paru kanan dan yang satu lagi menuju ke paru-paru kiri. Dinding bronkus juga terdiri atas 3 lapis, yaitu jaringan ikat, otot

polos, dan jaringan epitel, seperti pada trakea, perbedaannya adalah bahwa dinding trakea jauh lebih tebal dan cincin tulang rawan pada bronkus tidak berbentuk lingkaran sempurna. Kedudukan bronkus yang ke kiri dan ke kanan berbeda. Yang ke kiri lebih mendatar daripada yang ke kanan. Hal ini merupakan salah satu sebab paru-paru kanan lebih mudah terserang penyakit.

e. *Bronkiolus*

Merupakan cabang dari bronkus. Bronkiolus ini bercabang-cabang menjadi saluran yang semakin halus. Sel-sel epitel bersilianya berubah menjadi sisik epitel.

f. *Alveolus*

Alveolus (saluran udara buntu) merupakan saluran akhir dari alat pernapasan. Alveolus berupa gelembung-gelembung udara. Pada bagian alveolus inilah terjadi pertukaran O_2 dari udara bebas ke sel-sel darah, dan CO_2 dari sel-sel darah ke udara bebas.

g. *Paru-paru*

Paru-paru manusia berjumlah sepasang kanan dan kiri. Masing-masing dibungkus oleh selaput pembungkus paru-paru yang dikenal dengan pleura. Pleura ini merupakan selaput tipis rangkap dua. Di antara selaput tersebut dengan paru-paru terdapat cairan limfa, yang berfungsi untuk melindungi paru-paru dari gerakan pada waktu mengembang dan mengempis. Mengembang dan mengempisnya paru-paru disebabkan perubahan tekanan dalam rongga dada.

2. Mekanisme Pernapasan Manusia

Pengambilan udara pernapasan dari udara bebas untuk masuk ke dalam tubuh atau paru-paru, serta mengeluarkan gas sisa ke udara bebas dinamakan bernapas. Pengambilan udara pernapasan ini dikenal dengan inspirasi, sedangkan pengeluarannya dikenal dengan ekspirasi. Berdasarkan otot yang berperan aktif, pernapasan manusia dan mamalia dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

a. *Pernapasan dada*

1) *Inspirasi*

Bila otot antartulang rusuk berkontraksi maka tulang-tulang rusuk terangkat sehingga volume rongga dada membesar. Akibatnya, tekanan udara di paru-paru mengecil sehingga udara di luar yang mempunyai tekanan lebih besar masuk ke dalam paru-paru.

2) *Ekspirasi*

Bila otot-otot antartulang rusuk relaksasi maka tulang-tulang rusuk tertekan sehingga rongga dada mengecil. Akibatnya, tekanan udara di paru-paru membesar sehingga udara keluar.

b. Pernapasan perut

1) Inspirasi

Bila diafragma berkontraksi sehingga mendatar, maka rongga dada membesar. Keadaan ini menyebabkan tekanan udara di paru-paru mengecil sehingga udara luar masuk.

2) Ekspirasi

Bila otot diafragma relaksasi, maka rongga dada mengecil. Akibatnya tekanan di paru-paru membesar sehingga udara keluar.

3. Volume Udara Pernapasan

Jumlah udara yang keluar masuk paru-paru bergantung pada cara kita bernapas.

- Udara pernapasan (tidal volume), yaitu udara yang dihirup dan dikeluarkan dalam keadaan biasa (sekitar 500 cc). Setelah menghembuskan 500 cc masih tersisa 2500 cc lagi di paru-paru.
- Udara komplementer, yaitu udara sebanyak 1500 cc yang masih dapat dihirup lagi dengan cara inspirasi yang maksimum, setelah inspirasi biasa.
- Udara cadangan, yaitu udara sebanyak 1500 cc yang dapat diembuskan lagi pada ekspirasi maksimum dengan mengerutkan otot perut kuat-kuat.
- Udara residu (udara sisa), yaitu udara sebanyak 1000 cc yang tidak dapat dihembuskan lagi, dan menetap pada paru-paru.

4. Energi Pernapasan

Energi hasil pernapasan merupakan energi kimia yang disebut ATP. ATP dibentuk melalui 3 tahapan, yaitu glikolisis, daur krebs, dan transfer elektron. ATP dibentuk dari pemecahan glukosa. Secara sederhana proses pemecahan glukosa hingga dihasilkan energi adalah:



Tahukah kamu?

Umur juga mempengaruhi berapa kali kamu bernapas dalam setiap menitnya. Bayi bernapas sekitar 40 kali per menit. Anak-anak bernapas sekitar 30 kali per menit. Sedangkan orang dewasa bernapas sekitar 15 kali per menit.

Sumber: *Mengenal Ilmu Tubuh*, 2003: 12

Kerjakan Latihan 7.3 berikut akan menumbuhkan **keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan akademik** kalian!

Latihan 7.3

Bagaimanakah frekuensi pernapasan manusia? Faktor-faktor apakah yang mempengaruhinya?

C. Kelainan atau Penyakit pada Sistem Pernapasan

1. Kelainan dan Penyakit pada Saluran Pernapasan

- a. **Laringitis**: radang pada daerah laring dan kanker laring yang sering menyerang laki-laki di atas usia 50 tahun.
- b. **Difteri**: infeksi bakteri *Corynebacterium* yang menyebabkan kematian.
- c. **Rhinitis**: radang pada rongga hidung hingga menyebabkan bengkak dan banyak mengeluarkan lendir akibat alergi.
- d. **Bronkitis**: peradangan pada trakea dan bronkus hingga dapat menyebabkan demam dan batuk-batuk.
- e. **Asma**: gangguan pernapasan dengan gejala sukar bernapas, bunyi mendesak dan batuk-batuk yang disebabkan alergi, psikis ataupun karena penyakit menurun.
- f. **Pembengkakan kelenjar limfa (adenoid)** baik pada hidung (polip) ataupun pada tekak (amandel) akan menyebabkan wajah penderita sangat khas tampak bodoh yang disebut wajah adenoid.

2. Kelainan dan Penyakit pada Alveolus

- a. **Emfisema**, merupakan kelainan berupa perluasan alveoli secara berlebihan hingga menggelembungkan paru-paru.
- b. **Alveolus terisi oleh air akibat tenggelam**.
- c. **Tuberkulosis (TBC)**, timbulnya bintil-bintil pada alveolus akibat infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*.
- d. **Pneumonia**, radang dinding alveoli akibat bakteri atau virus karena alveoli akan terisi cairan limfa.

3. Kelainan dan Penyakit pada Pengangkutan Oksigen

Asfiksi merupakan gangguan pengangkutan oksigen ke jaringan ataupun gangguan penggunaan oksigen oleh jaringan.

Kerjakan tugas berikut yang akan menumbuhkan **rasa keingintahuan** dan mengembangkan **kecakapan personal** dan **akademik** kalian!

Tugas

Sebutkan penyakit-penyakit dan kelainan-kelainan lain yang berhubungan dengan sistem pernapasan!

Rangkuman

1. Pernapasan pada hewan bersel satu terjadi secara langsung dari udara bebas langsung berdifusi ke dalam sel tubuhnya.
2. Pernapasan pada insekta berupa sistem pernapasan trakea.
3. Alat pernapasan pada Arachnida hidup di udara berupa paru-paru buku, sedangkan pada Arachnida hidup di air berupa insang buku.
4. Pernapasan pada ikan dilakukan melalui insang.
5. Alat pernapasan pada katak terdiri atas selaput rongga mulut, kulit, dan paru-paru.
6. Alat pernapasan pada burung berupa 2 pasang lubang hidung, faring, trakea, paru-paru.
7. Alat pernapasan pada manusia terdiri atas rongga hidung, faring, trakea, bronkus, bronkiolus, alveolus, dan paru-paru.
8. Kelainan dan gangguan pada sistem pernapasan, misalnya laringitis, dipteri, rhinitis, bronkitis, asma, emfisema, tuberkulosis, pneumonia, asfiksi, dan lain-lain.



Evaluasi

A. Pilihlah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e!

1. Udara yang masuk atau keluar waktu kita bernapas normal disebut udara
 - a. residu
 - b. komplementer
 - c. cadangan
 - d. cadangan pernapasan
 - e. tidal
2. Asfiksi dapat terjadi karena
 - a. leukositosis
 - b. leukemia
 - c. asma
 - d. pneumonia
 - e. bronkitis
3. Di dalam hidung udara pernapasan akan mengalami hal-hal berikut
 - a. pembebasan kuman
 - b. penghangatan sesuai suhu tubuh
 - c. penetralan zat racun
 - d. pemisahan oksigen dan CO_2
 - e. pembebasan O_2 dari uap air
4. Penderita TBC mengalami gangguan susah napas, sebab terjadi
 - a. penurunan jumlah eritrosit
 - b. gangguan proses difusi CO_2
 - c. penurunan kadar hemoglobin
 - d. hambatan proses difusi oksigen
 - e. penyempitan rongga alveolus
5. Pertukaran O_2 darah dengan CO_2 dalam sel-sel tubuh disebut pernapasan
 - a. internal
 - b. dada
 - c. perut
 - d. aerob
 - e. anaerob

6. Contoh hewan yang menggunakan seluruh permukaan tubuhnya untuk pertukaran O_2 adalah
 - a. Crustacea
 - b. Paramecium
 - c. Annelida
 - d. serangga
 - e. laba-laba
7. Hewan yang bernapas dengan menggunakan pembuluh trakea adalah
 - a. Crustacea
 - b. kalajengking
 - c. tungau
 - d. serangga
 - e. ikan
8. Energi hasil pernapasan adalah
 - a. ATP
 - b. ADP
 - c. ATP dan ADP
 - d. karbohidrat
 - e. glukosa
9. Pita suara pada umumnya terdapat di bagian saluran pernapasan yang disebut
 - a. nasofaring
 - b. trakea
 - c. laring
 - d. faring
 - e. bronkiolus
10. Batas antara rongga dada dan rongga perut adalah
 - a. diafragma
 - b. nasofaring
 - c. mukus
 - d. pleura
 - e. orofaring

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan benar dan jelas!

1. Jelaskan mekanisme pernapasan pada insekta!
2. Bagaimanakah pernapasan pada ikan?
3. Sebutkan fungsi kantong hawa!
4. Bedakan antara pernapasan dada dan pernapasan perut!
5. Sebutkan kelainan dan gangguan pada sistem pernapasan!

Tugas berikut akan mendorong kalian mencari **informasi lebih jauh** dan akan mengembangkan **kecakapan akademik** kalian.

Tugas Portofolio

Carilah artikel ilmiah tentang infeksi *Mycobacterium tuberculosis* terhadap alveolus yang menyebabkan penyakit TBC!