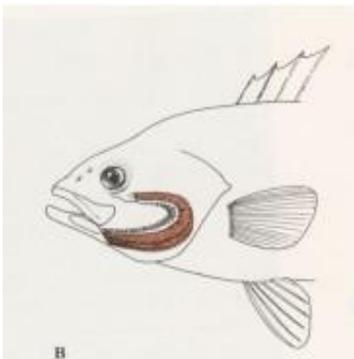


## **BAB VI. SISTEM PERNAFASAN PADA MANUSIA DAN VERTEBRATA**



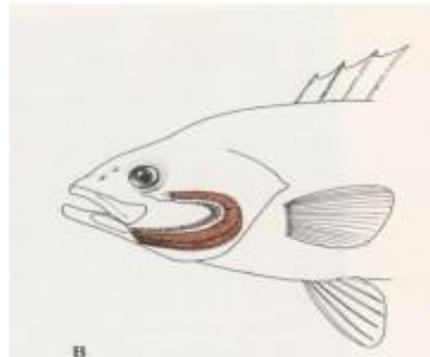
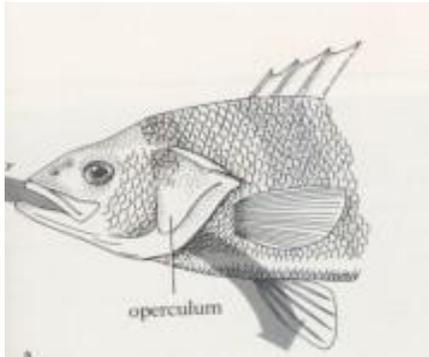
- Apa perbedaan antara organ pernafasan pada manusia dengan organ pernafasan vertebrata?
- Bagaimanakah proses inspirasi dan ekspirasi pada proses pernafasan
- Tahukah kamu contoh kelainan dan penyakit pada sistem pernafasan, dan bagaimana cara mengatasinya/



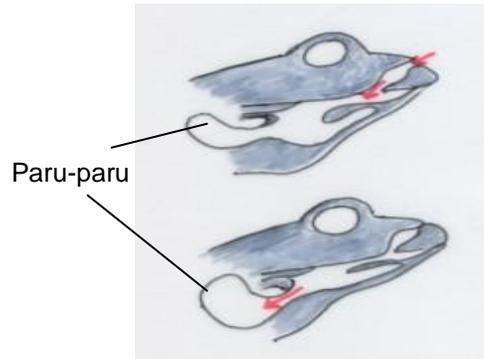
Semua hewa

dapatkah kamu menyebutkan alat pernafasan pada hewan-hewan di atas? Untuk memahami dengan lebih baik, mari kita pelajari tentang sistem pernafasan pada manusia dan vertebrata

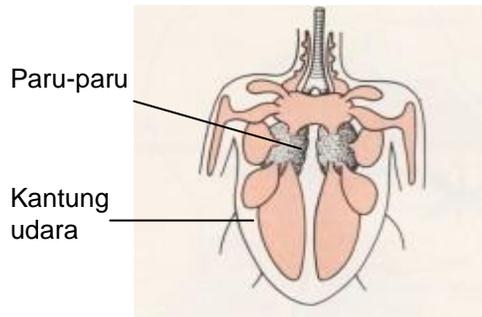
**6.1. Organ Penyusun Sistem Pernafasan Pada Manusia Dan Vertebrata**



**Gb. 6.1.a Organ pernafasan ikan**



**Gb. 6.1.b Organ Pernafasan katak**



**Gb. 6.1.c Organ Pernafasan burung  
(Adaptasi dari Keeton, 1980)**

**Kegiatan 4.3.1.**

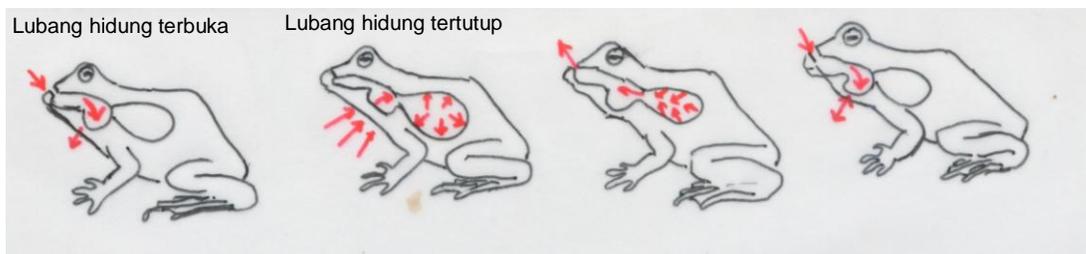
**Mengidentifikasi organ penyusun sistem pernafasan**

Cobalah perhatikan gambar 4.3.1. di atas, cobalah urutkan organ penyusun sistem pernafasan pada ikan, katak, dan burung

Ikan	Katak	Burung

Nah, berdasarkan kegiatan yang kamu lakukan di atas, maka jelaslah bahwa ada beberapa jenis organ pernafasan pada vertebrata. Organ pernafasan ini dikaitkan dengan lingkungan tempat hidupnya. Ikan yang hidup di air umumnya bernafas dengan insang, meskipun beberapa jenis ikan telah mengembangkan paru-paru sederhana, misalnya ikan paru-paru (*lung fish*).

Katak sebagai hewan amphibia mengembangkan sistem pernafasan yang unik. Pada masa kecebong, katak bernafas dengan insang luar, kemudian berubah menjadi insang dalam, lalu setelah dewasa bernafas dengan paru-paru dan dibantu oleh kulit. Pernafasan pada katak dewasa terjadi melalui mekanisme berikut ini:

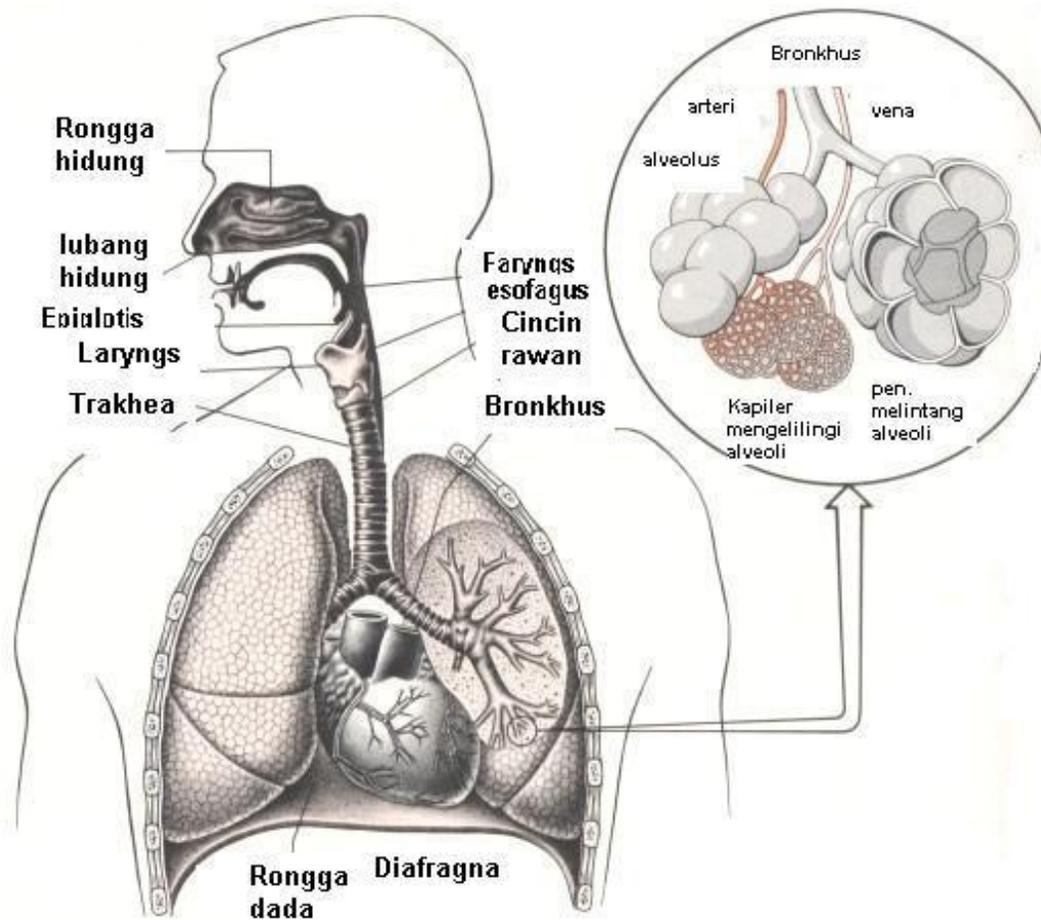


**Gb 6.2. Urutan pernafasan pada katak dewasa**  
Katak bernafas dengan paru-paru dan kulit  
(Adaptasi dari Sansom and Pears, 1992)

Reptilia merupakan hewan darat sejati, meskipun ada jenis reptilia seperti buaya yang lebih banyak tinggal di air. Reptilia bernafas dengan paru-paru

Burung sebagai hewan terbang memerlukan pertukaran udara yang sangat cepat pada saat terbang. Burung mempunyai sepasang paru-paru yang kompak, namun karena pertukaran gas berlangsung sangat cepat maka sepasang paru-paru tidak cukup. Oleh karena itu pada burung terdapat kantung udara yang berjumlah 5 pasang (10 buah). Dengan metode yang mirip “pompa isap”, melalui gerakan sayapnya maka kantung udara ini akan terisi penuh, dan udara akan dialirkan ke bronkeolus. Kantung udara ini akan menghilangkan kelebihan panas tubuh, namun tidak terlalu penting dalam proses respirasi. .

Bagaimana dengan organ pernafasan manusia? Perhatikanlah Gb.6.3. berikut ini:



**Gb 6.3. Organ saluran pernafasan manusia dengan alveoli dibesarkan**  
(Adaptasi dari Jones and Gaudin, 1977)

Organ saluran pernafasan manusia terdiri dari hidung, farings, laryngs, trakhea, bronkus, dan paru-paru. Mari kita behas satu persatu

### **(1) Rongga hidung**

Udara pernafasan masuk ke dalam sistem pernafasan melalui rongga hidung. Permukaan rongga hidung diliputi oleh lapisan sel epitel berlapis pipih yang mempunyai rambut getar (silia). Fungsinya adalah untuk menyaring debu-debu atau serangga yang terbawa udara pernafasan di bagian yang lebih dalam dari rongga hidung diliputi selaput epitel bersilia yang mempunyai kelenjar lendir dan banyak mengandung kapiler darah. Kadang-kadang udara juga dapat masuk melalui rongga mulut, tetapi proses penyaringan udara tidak begitu efektif.

### **(2) Farings**

Farings terletak di belakang rongga hidung. Farings merupakan saluran saluran menuju laring. Batas antara laring dengan farings adalah *glottis* yang dilindungi oleh *epiglottis*. Epiglottis mencegah masuknya makanan ke dalam trakhea. Apa yang terjadi bila kamu makan sambil berbicara? Nah itulah reaksi epiglottis bila ada makanan yang salah masuk ke trakhea!

### **(3) Laring**

Laring disebut juga kotak suara karena pada laring terdapat pita suara. Di dalam pita suara terdapat serat elastis yang dihubungkan dengan otot laring dan tulang rawan. Jadi pita suara dapat terbuka, tertutup, meregang, dan bergetar.

### **(4) Trakhea**

Dari laring dilanjutkan ke *trakhea* (tenggorokan). Trakhea disokong oleh deretan tulang rawan yang berbentuk cincin dan kemudian bercabang dua menuju ke *bronkhi* kiri dan kanan (jamak: bronkhi; tunggal: bronkus).

### **(5) Bronkus**

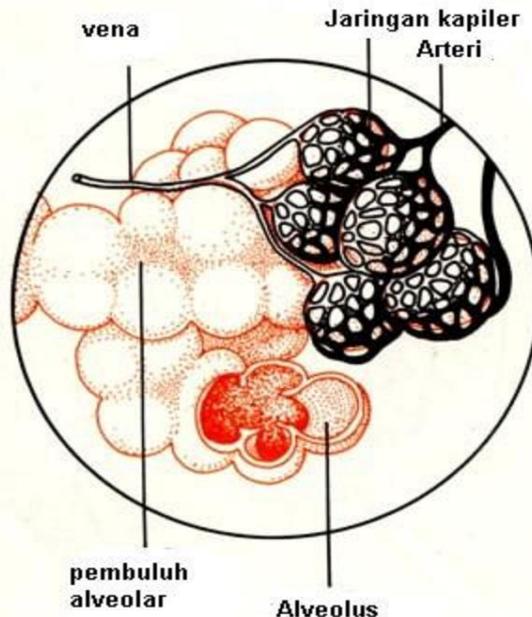
Struktur bronkus mirip dengan trakhea. Masing-masing bronkus akan bercabang-cabang menjadi saluran yang lebih halus yang disebut *bronkiolus*. Pada bronkiolus tidak terdapat tulang rawan lagi, dan lapisan sebelah dalamnya terdiri dari lapisan epitel kubus selapis yang bersilia. Fungsi silia yaitu mencegah masuknya debu dan mikroorganisme ke paru-paru. Masing-masing bronkiolus berakhir pada kantung-kantung tipis yang disebut alveolus (tunggal; jamak: alveoli) Pernahkah kamu batuk atau tersedak? Itulah salah satu cara untuk mengeluarkan 'makanan' atau debu yang masuk ke saluran pernapasan

### **(6) Paru-paru**

Pernahkah kamu melihat ibumu membeli paru-paru sapi? Bagaimanakah bentuknya? Mirip dengan paru-paru kita bukan?. Paru-paru adalah sepasang organ yang terdapat di dalam rongga dada, dibatasi oleh tulang iga dan diafragma. Paru-paru kanan terdiri dari 3 lobus sedangkan paru-paru kiri terdiri dari dua lobus (lihat Gb 6.3 )

Paru-paru diselaputi oleh *selaput pleura* yang sangat tipis. Pada rongga dada terdapat juga *selaput pleura*. Diantara kedua selaput pleura terdapat cairan pleura. (serum), Cairan ini mengurangi gesekan antara paru-paru dengan rongga dada, sehingga paru-paru dapat bergerak bebas terhadap rongga dada.

Paru-paru terbentuk dari sekumpulan massa alveoli atau gelembung-gelembung udara (lihat Gb 6.4). Alveoli dikelilingi oleh pembuluh darah kapiler



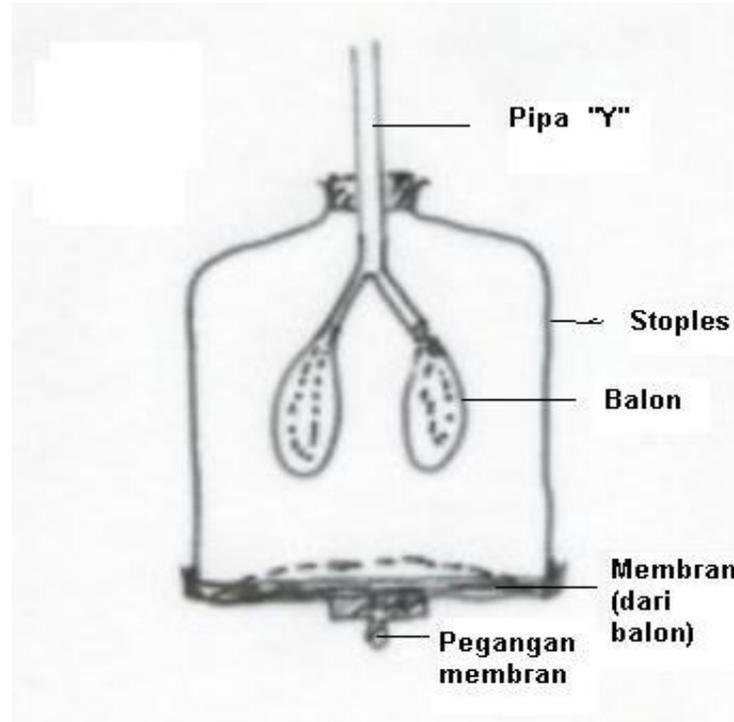
**Gb 6.4 Alveoli diperbesar  
(Adaptasi dari Keeton 1980)**

Jika alveoli ini dibentangkan, maka permukaannya akan menjadi sangat luas. Dengan demikian oksigen dapat masuk dan menghasilkan energi yang cukup besar bagi manusia. Proses pertukaran gas Oksigen dan karbondioksida terjadi secara difusi pada permukaan alveolus. Oksigen dari luar akan berdifusi dari alveolus ke dalam kapiler darah untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Kemudian, darah yang membawa cukup banyak gas karbondioksida akan menuju alveoli, sehingga gas karbondioksida akan dikeluarkan melalui proses difusi. Lapisan epitel pada alveolus selalu lembab, baik oksigen maupun karbondioksida dapat larut dalam cairan ini. Jika oksigen dari alveolus masuk ke dalam darah, maka akan diikat oleh *haemoglobin* yang terdapat pada sel darah merah. Haemoglobin menyebabkan darah kita berwarna merah. Reaksi pengikatannya adalah:



Darah yang sedikit mengandung oksihemoglobin akan berwarna merah kebiruan. Karbondioksida dari sel-sel tubuh akan masuk ke dalam darah dalam bentuk bikarbonat yang larut dalam cairan darah. Proses pertukaran gas yang terjadi di dalam paru-paru dikenal sebagai proses pernafasan

## **6.2. Proses inspirasi dan ekspirasi**

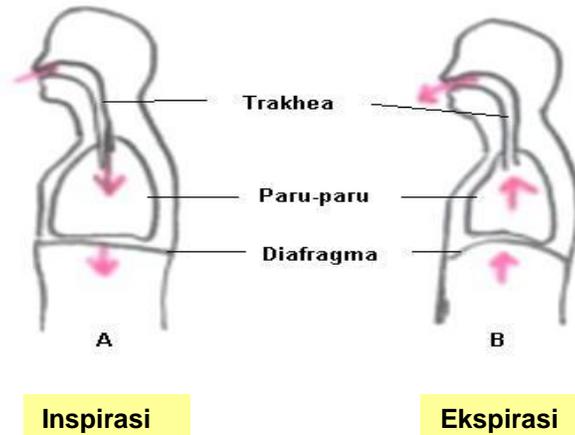


Gb 6.5. Model paru-paru sederhana

**Kegiatan 6.2**  
**Menyelidiki gerakan pada proses pernafasan**

- Perhatikan gambar model paru-paru (Gb 6.5.) yang dapat kamu buat sendiri dengan menggunakan stoples plastik yang dipotong pada bagian bawahnya, balon karet, pipa "Y", lalu dirangkai seperti gambar di atas
- Balon pada permukaan bawah berfungsi sebagai diafragma. Bila balon ini ditarik, maka akan terjadi gerakan mengembang dan mengempis pada kedua balon yang ada di dalam botol/stoples
- Kesimpulan apakah yang dapat kamu peroleh berdasarkan percobaan di atas?

Model paru-paru sederhana pada kegiatan di atas menggambarkan bagaimana cara kerja dari struktur organ pernafasan. Bila karet ditarik ke bawah, maka balon mengembang, bila karet dilepaskan maka balon mengempis. Garis titik-titik menggambarkan keadaan pada saat ekspirasi (mengeluarkan nafas) yaitu bila "diafragma" karet cembung ke atas. Garis tebal menunjukkan posisi saat inspirasi (menarik nafas). Tentunya model ini tak dapat menggambarkan posisi tulang rusuk pada saat ekspirasi maupun inspirasi. Oleh karena itu mari kita simak penjelasan tentang ekspirasi dan inspirasi berikut ini.



**Gb. 6.6. Kedudukan diafragma pada waktu inspirasi dan ekspirasi**

Rongga dada merupakan suatu ruangan yang rapat, sehingga udara hanya dapat masuk melalui trakhea. Diafragma merupakan lembaran otot yang memisahkan rongga dada dengan rongga perut. Bentuknya agak melengkung pada waktu istirahat tepat di bawah tulang rusuk terakhir.

**Inspirasi** atau menarik nafas. Pada waktu inspirasi, otot diafragma berkontraksi (mengerut), sehingga posisinya mendatar. (Gb. 6.6.A) Tulang rusuk akan bergerak naik ke arah luar karena kontraksi otot antar tulang rusuk. Akibatnya volume udara di dalam rongga dada bertambah, sehingga tekanannya berkurang. Tekanan udara luar lebih tinggi daripada tekanan di dalam rongga dada, sehingga udara luar masuk melalui trakhea.

**Ekspirasi** atau menghembuskan nafas. Pada waktu ekspirasi otot diafragma mengendur (relaksasi) (Gb. 6.6.B). Otot antar rusuk juga mengendur. Tulang rusuk turun dan diafragma cembung ke atas karena dorongan organ yang ada di rongga perut. Akibat kontraksi ini maka volume udara di dalam rongga dada meningkat, lalu dihembuskan ke luar. Sifat jaringan paru-paru yang elastis juga membantu proses pengeluaran udara.

Inspirasi merupakan proses aktif karena terjadi melalui kontraksi otot sedangkan ekspirasi merupakan proses pasif karena otot dalam keadaan relaks (tidak dipaksakan). Pada waktu berolahraga kita memerlukan udara yang lebih banyak, oleh karena itu proses inspirasi dibantu oleh otot-otot rongga perut yang juga ikut berkontraksi. Ekspirasi dapat menjadi proses aktif, misalnya pada waktu kamu meniup peluit atau meniup balon. Pada peristiwa ini otot rusuk sebelah dalam dan otot dinding perut ikut berkontraksi untuk membantu proses ekspirasi.

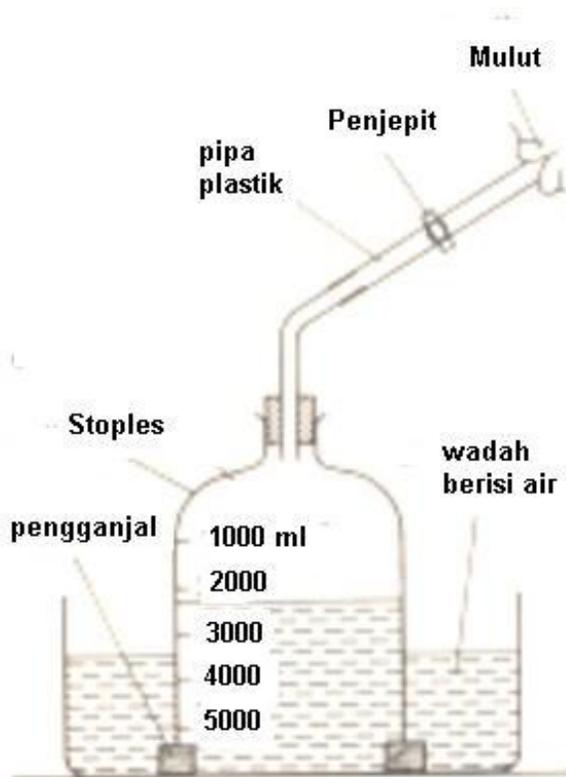
**Gb.6.7 Seorang anak sedang meniup balon**

**Kegiatan 6. 3**

**Membandingkan saat inspirasi dan ekspirasi**

- Tariklah nafas dalam-dalam sambil memegang perut dan dada. Apa yang kamu rasakan?
  - Hembuskan nafas pelan-pelan sambil memegang perut dan dada. Apa yang kamu rasakan?
  - Cobalah meniup balon . Dapatkah kamu meniupnya dengan sekali hembus saja lalu balon mengembang sempurna? Apa yang kamu rasakan?
- Kesimpulan apa yang dapat kamu peroleh dari kegiatan ini? Bandingkanlah dengan penjelasan di atas.

**Kapasitas paru-paru**



**Gb. 6.8.spirometer sederhana**

**Kegiatan 6.4**  
**Mengukur kapasitas paru-paru**

- Perhatikan gb 6.7. yang dapat dibuat dari bahan sederhana yaitu stoples plastik.
- Isilah spirometer sederhana tersebut dengan 1000 ml (1 liter air) lalu beri tanda, begitu pula dengan volume 2000 ml, 3000 ml dst. Kemudian bagian dasarnya dilubangi
- Udara ditiupkan melalui pipa plastik yang diberi klip penjepit untuk mengatur udara yang masuk.

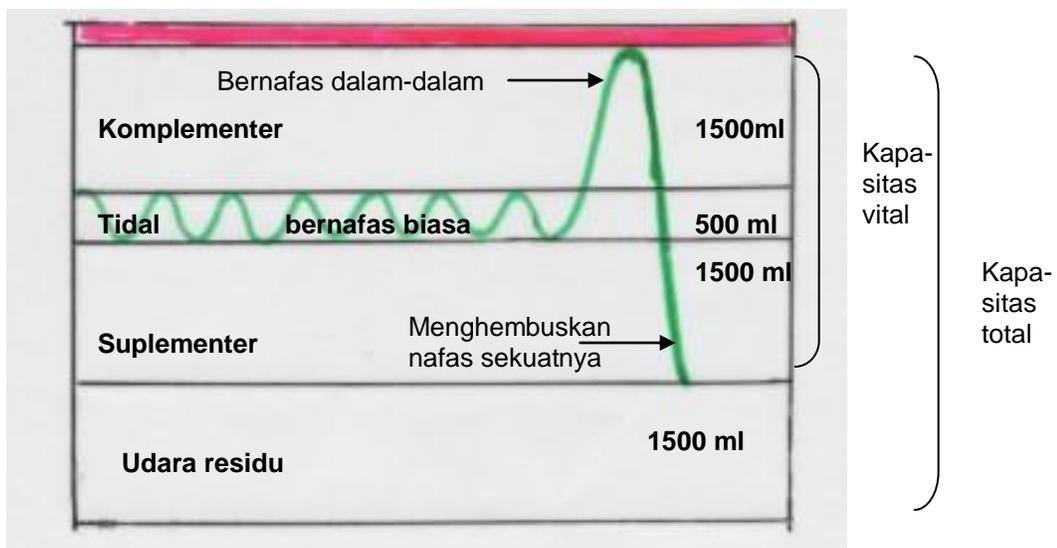
Cobalah kamu bernafas kuat-kuat, tahan sebentar, lalu hembuskan nafas kuat-kuat melalui pipa (sling) plastik. Cobalah hal yang sama berkali-kali. Berapa ml udara yang kamu hembuskan?

Cobalah bernafas biasa (secara normal), tahan sebentar, lalu hembuskan lagi melalui sling plastik tadi, lakukan berkali-kali. Berapa ml. Udara yang kamu hembuskan?

Hembuskan lagi nafas sekuat-kuatnya Berapa ml udara yang kamu hembuskan?

Volume udara dalam paru-paru kita seluruhnya adalah 5000 ml (5 liter). Bila kita bernafas biasa maka kita dapat menghirup udara sebanyak 500 ml, dan mengeluarkan udara sebanyak 500 ml juga pada saat ekspirasi. Inilah yang disebut udara tidal

Bila kita bernafas dalam-dalam, maka kita dapat menghirup udara sebanyak 1500 ml. Inilah yang disebut udara komplementer. Kita dapat menghembuskan nafas sekuat-kuatnya sebanyak 1500 ml udara. Inilah yang disebut udara suplementer.



**Gb. 6.9 Kapasitas paru-paru**

Jumlah volume udara komplementer + udara tidal + udara suplementer merupakan kapasitas vital paru-paru kita, yaitu sebanyak 1500 ml + 500ml+ 1500ml = 3500ml. Selain jumlah ini, di dalam paru-paru kita terdapat udara cadangan atau udara residu sebanyak 1500 ml yang tidak dikeluarkan dalam proses pernafasan.. Kapasitas vital + volume udara residu = 3500 ml + 1500 ml = 5000 ml merupakan kapasitas total dari paru-paru kita. Perhatikan Gb 6.8 dibawah ini

Berapa kalikah kita bernafas per menit? Cobalah hitung dengan bantuan teman kelompok mu. Jumlah pernafasan saat istirahat sekitar 21 kali per menit. Benarkah? Bagaimana bila kamu berolahraga? Nah coba bandingkan. Semakin cepatkah atau semakin lambat?

Laju pernafasan diatur oleh daerah otak yang letaknya dekat tulang leher, di bagian belakang kepala, namanya *Medula oblongata*, yang kerjanya dipengaruhi oleh kadar CO<sub>2</sub> di dalam darah. Bila kadar CO<sub>2</sub> meningkat maka laju pernafasan juga akan meningkat, karena dibutuhkan lebih banyak oksigen untuk disuplai ke sel-sel tubuh untuk respirasi internal, yaitu respirasi yang terjadi di dalam sel

### 6. 3. Kelainan Dan Penyakit Pada Sistem Pernapasan

Ada beberapa gangguan pada sistem pernafasan yang ditimbulkan oleh lingkungan maupun akibat infeksi, Gangguan akibat lingkungan adalah sebagai berikut:

- (1) **Pencemaran udara**, baik yang berasal dari asap pabrik, knalpot kendaraan bermotor, pembakaran dapat mengganggu sistem pernafasan pada manusia, menimbulkan sesak nafas, pusing dan mual. Asap knalpot menghasilkan gas CO (karbon monoksida) yang sangat berbahaya karena mudah diikat oleh hemoglobin



Kemampuan hemoglobin mengikat CO lebih besar daripada mengikat oksigen, oleh karena itu sel-sel otak kekurangan oksigen sehingga menimbulkan rasa pusing dan mual. Bila terlalu banyak CO dapat menyebabkan pingsan. Oleh karena itu jangan menghidupkan motor atau mobil dalam garasi tertutup. Sangat berbahaya.

- (2) **Asap rokok** juga dapat mengganggu sistem pernafasan. Perokok berat umumnya lebih beresiko menderita kanker paru-paru dibandingkan dengan yang bukan perokok. Namun orang yang tidak merokok bila selalu terpapar asap rokok juga beresiko menderita penyakit pernafasan. Orang ini digolongkan sebagai perokok pasif. Merokok lebih banyak bersifat merugikan baik dari segi kesehatan maupun keuangan. Oleh karena itu jauh lebih baik bila tidak merokok.

Gangguan pernafasan akibat penyakit diantaranya adalah:

- (1) **Bronkhitis.** Yaitu radang bronkhus yang disebabkan oleh infeksi bakteri di daerah bronkhus. Proses peradangan terjadi pada selaput lendir, sehingga menimbulkan banyak lendir disertai pengelupasan sel-sel mati dan sel darah putih. Inilah yang disebut dahak, yang merangsang sel saraf sehingga menimbulkan batuk berdahak. Asap rokok dan debu juga dapat menimbulkan batuk dan memudahkan terjadinya bronkhitis.
- (2) **Asthma.** Merupakan penyakit nafas sesak akibat reaksi saluran pernafasan terhadap rangsang tertentu. Rangsang dapat ditimbulkan oleh berbagai jenis bahan yang terbawa melalui udara misalnya debu, serbuk sari bunga, bulu hewan, asap, udara dingin dan emosi. Bahan ini disebut alergen. Rangsang oleh bahan alergen menyebabkan otot polos pada dinding bronkhus dan bronkiolus berkontraksi. Bila disertai radang saluran pernafasan yang menyebabkan sekresi lendir meningkat, maka jalan nafas menjadi sempit dan tersumbat oleh lendir, dan nafas menjadi sesak. Pengobatannya tergantung pada keadaan. Bila penyebabnya alergi maka dapat diberi obat untuk melebarkan bronkhus, bila penyebabnya radang atau infeksi maka diberi obat pengencer dahak dan antibiotika.
- (3) **Laryngitis.** Dapat disebabkan oleh infeksi atau asap rokok dengan gejala suara menjadi parau karena gangguan pita suara
- (4) **Rhinitis** atau radang selaput lendir hidung. Dapat disebabkan oleh influenza atau selesma atau karena alergi terhadap debu halus, serbuk sari bunga, dan udara yang tercemar. Akibatnya selaput lendir hidung membengkak, banyak ingus, gatal pada hidung dan mata. Rhinitis menahun (kronis) dapat menimbulkan polip hidung. Segera hubungi dokter bila kamu sering mengalami gejala hidung beringus seperti ini.
- (5) **Influenza** (flu). Merupakan penyakit yang disebabkan oleh Virus influenza. Gejalanya adalah demam (suhu antara  $38^{\circ}$  –  $39,5^{\circ}$  C), sakit kepala, pegal linu, lesu, kadang-kadang disertai batuk. Influenza dapat sembuh dalam waktu 3 – 5 hari, tetapi dapat pula menimbulkan kematian bila penyakitnya berat.
- (6) **TBC paru.** TBC atau tuberculosis merupakan penyakit paru-paru yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini dapat menular melalui proses inspirasi dan menimbulkan kerusakan pada paru-paru. Gejalanya adalah berat badan menyusut, batuk berdahak disertai darah, sesak nafas, sakit dada, dan berkeringat di malam hari. Faktor pemicu penyakit tbc antara lain adalah kondisi gizi yang buruk, usia lanjut, kemiskinan, dan perumahan yang tidak sehat.
- (7) **Pneumonia** (radang paru-paru). Penyakit ini disebabkan oleh berbagai jenis mikroorganisma yang menyebabkan alveoli dipenuhi oleh sel-sel

radang dan cairan yang mengganggu pertukaran gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Gejalanya adalah: demam, sakit dada, batuk dengan dahak berwarna karat, dan sesak nafas.

Nah, itulah beberapa jenis penyakit pernafasan yang banyak dijumpai di masyarakat. Ada yang disebabkan oleh kondisi udara atau dapat pula oleh berbagai jenis mikro organisme. Mungkin kamu dapat mendata penyakit pernafasan lainnya, cobalah diskusikan dengan teman kelompokmu.

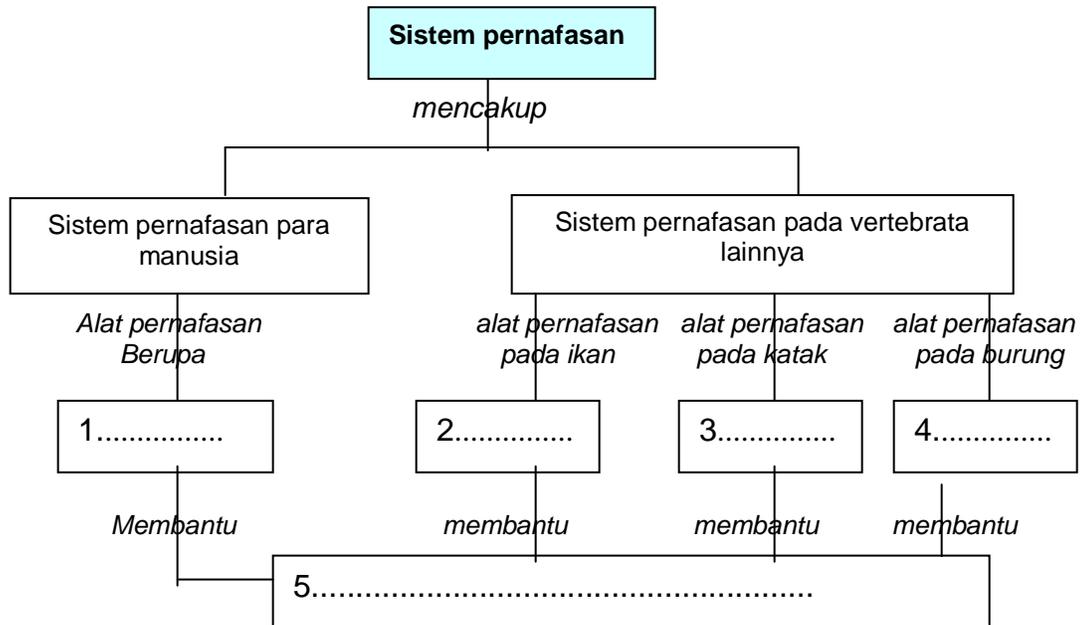
### **RANGKUMAN**

Setelah kamu mempelajari Sistem pernafasan pada manusia dan vertebrata, mari membuat rangkuman dengan menjawab pertanyaan pengarah di bawah ini:

1. Apakah yang dimaksud dengan pernafasan?
2. Jelaskan organ pernafasan pada ikan
3. Jelaskan organ pernafasan pada katak
4. Jelaskan organ pernafasan pada reptilia
5. Jelaskan organ pernafasan pada burung
6. Apa fungsi kantung udara pada burung?
7. Jelaskan urutan organ pernafasan pada manusia dan fungsinya
8. Apa perbedaan antara ekspirasi dan inspirasi?
9. Beri penjelasan tentang udara tidal, udara komplementer, udara suplementer, dan udara residu dalam paru-paru manusia
10. Apa yang dimaksud dengan kapasitas vital paru-paru?
11. Apa yang dimaksud dengan kapasitas total paru-paru?
12. Bagaimanakah oksigen dari udara luar dapat masuk ke dalam paru-paru dan diedarkan ke seluruh tubuh?
13. Mengapa kita tidak boleh menyalakan mesin mobil atau motor di dalam garasi yang tertutup?
14. Jelaskan gangguan pada sistem pernafasan akibat gangguan lingkungan
15. Jelaskan beberapa penyakit yang menyebabkan gangguan pada sistem pernafasan

### **Soal Evaluasi**

**A. Soal peta konsep**



**B. Pilihan Ganda**

1. Pernafasan adalah....
  - a. Pertukaran gas yang terjadi di dalam sel, organ, dan jaringan tubuh organisme
  - b. Masuknya udara dari luar yang digunakan untuk kehidupan
  - c. Masuknya udara yang berasal dari lingkungan untuk kelangsungan metabolisme
  - d. Proses metabolisme yang terjadi di dalam paru-paru
2. Katak mengalami metamorfosis dalam kehidupannya, termasuk perubahan pada organ pernafasan, karena..
  - a. katak bernafas dengan insang dan paru-paru sampai dewasa
  - b. ketika larva bernafas dengan insang, setelah dewasa dengan paru-paru dan kulit
  - c. kecebong bernafas dengan insang dan kulit, setelah dewasa bernafas dengan paru-paru dan kulit
  - d. Baik kecebong maupun katak dewasa menggunakan paru-paru dan kulit untuk bernafas
3. Kantung udara pada sistem pernafasan burung berfungsi sebagai...
  - a. pengganti paru-paru dalam pernafasan saat terbang

- b. alat bantu untuk penyediaan udara pernafasan
  - c. pompa isap untuk menyalurkan udara ke bronkeolus
  - d. organ pernafasan utama dalam proses inspirasi dan ekspirasi
4. Fungsi rambut getar yang terdapat pada lapisan epitel rongga hidung sebelah dalam adalah...
- a. menghindari masuknya debu
  - b. menyaring udara pernafasan
  - c. mencegah tersedak pada waktu kita menelan
  - d. mencegah masuknya makanan ke rongga hidung
5. Pada Larings terdapat...
- a. saluran trahea
  - b. anak tekak
  - c. glottis
  - d. pita suara
6. Pada waktu inspirasi...
- a. Tulang rusuk akan bergerak naik ke arah luar , karena otot antar rusuk berkontraksi
  - b. Tulang rusuk akan berkontraksi ke arah luar dan otot antar rusuk berelaksasi
  - c. Terjadi kerjasama antara otot antar rusuk yang berkontraksi untuk masuknya udara
  - d. Tekanan udara luar menyebabkan tulang rusuk bergerak ke arah luar.
7. Pada waktu ekspirasi...
- a. Otot diafragma berkontraksi dan otot antar rusuk mengendur
  - b. Otot diafragma dan otot antar rusuk mengendur
  - c. Otot antar rusuk berkontraksi sehingga udara keluar
  - d. Otot antar rusuk berkontraksi sehingga otot diafragma menjadi cembung ke atas
8. Bila kita menghirup nafas biasa, maka kita dapat menghirup dan mengeluarkan udara sebanyak...
- a. 500 ml
  - b. 1000 ml
  - c. 1500 ml
  - d. 2000 ml
9. Udara tidal adalah....
- a. Udara yang sebanyak-banyaknya dapat dihirup
  - b. Masuk keluarnya udara pernafasan biasa
  - c. Udara yang sebanyak-banyaknya dapat kita keluarkan
  - d. Udara yang tersimpan di dalam paru-paru
10. Bila kita bernafas dalam-dalam, maka kapasitas udara yang dihirup sebanyak...

- a. 1000 ml, disebut udara tidal
  - b. 1000 ml, disebut udara komplementer
  - c. 1500 ml, disebut udara komplementer
  - d. 1500 ml, disebut udara suplementer
11. Udara residu adalah udara yang...
- a. sebanyak-banyaknya dapat dihirup ketika bernafas
  - b. udara pernafasan yang volumenya 1500 ml
  - c. jumlah total udara pernafasan
  - d. tidak dikeluarkan dalam proses pernafasan
12. Kapasitas vital paru-paru kita adalah...
- a. 1500 ml
  - b. 2000 ml
  - c. 3500 ml
  - d. 5000ml.
13. Laju pernafasan di dalam tubuh kita kerjanya dipengaruhi oleh...
- a. kadar CO<sub>2</sub> di dalam darah
  - b. kadar CO di dalam darah
  - c. kadar oksigen di dalam darah
  - d. kadar oksigen dan suhu udara luar
14. Pencemaran udara sangat berbahaya bagi pernafasan kita karena ...
- a. Adanya gas oksigen dan CO yang mudah diikat oleh hemoglobin
  - b. Oksigen akan mengikat CO sehingga terbentuk karbondioksida
  - c. CO akan diikat oleh hemoglobin sehingga berbahaya bagi sel
  - d. dapat menyebabkan pingsan
- 15..Pada waktu sesama hidung tersumbat karena banyak ingus. Hal ini disebabkan oleh...
- a. pembengkakan selaput lendir hidung karena mikroorganisme
  - b. masuknya mikroorganisme yang mengganggu pernafasan
  - c. perubahan musim yang menimbulkan penyakit
  - d. kelembaban udara yang terlalu tinggi