

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### Struktur dan Fungsi Organ Pernafasan

#### A. Tujuan Pembelajaran

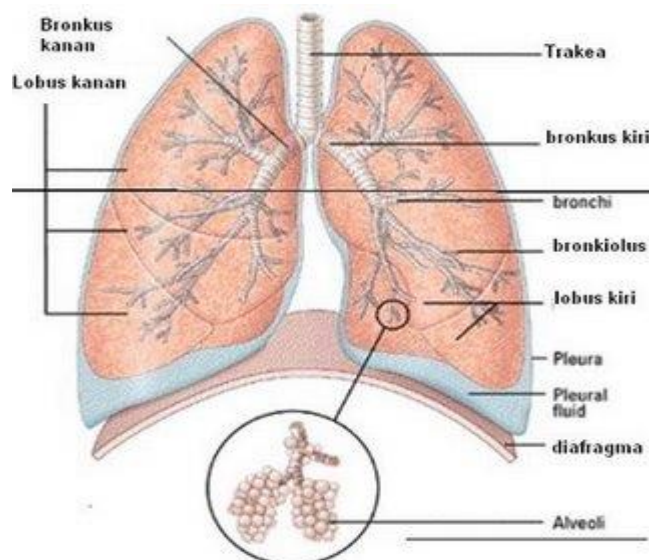
Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan mampu:

1. Menjelaskan struktur dan fungsi jaringan pada organ pernafasan manusia
2. Mengaitkan struktur dan fungsi organ pernafasan manusia dengan bioproses yang terjadi.

#### B. Uraian Materi

Sistem pernapasan pada manusia adalah sistem organ yang digunakan untuk menghirup oksigen dari udara serta mengeluarkan karbon dioksida dan uap air. Dalam proses pernapasan, oksigen merupakan zat kebutuhan utama. Oksigen untuk pernapasan diperoleh dari udara di lingkungan sekitar, alat-alat pernapasan berfungsi memasukkan udara yang mengandung oksigen dan mengeluarkan udara yang mengandung karbon dioksida dan uap air, tujuan proses pernapasan yaitu untuk memperoleh energi. Pada peristiwa bernapas terjadi pelepasan energy, sistem pernapasan pada manusia mencakup saluran pernapasan, mekanisme pernapasan dan gangguan sistem pernafasan.

Saluran pernapasan atau tractus respiratorius (*respiratory tract*) adalah bagian tubuh manusia yang berfungsi sebagai tempat lintasan dan tempat pertukaran gas yang diperlukan untuk proses pernapasan. Saluran ini berpangkal pada hidung atau mulut dan berakhir pada paru-paru. Urutan saluran pernapasan adalah sebagai berikut: Rongga hidung - Pharing - Laryng - Trachea - Bronkus - Bronkiolus - Alveolus - Paru-paru(pulmo).



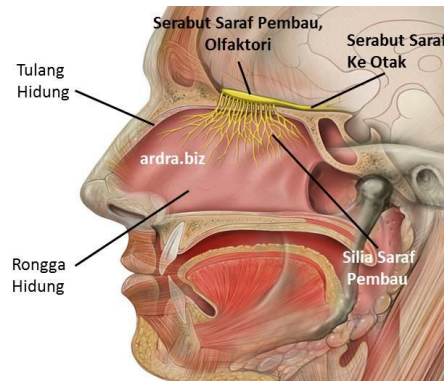
Gambar 1. Struktur paru-paru  
www.softilmu.com

Pertukaran udara yang sebenarnya hanya terjadi di alveoli. Dalam paru-paru orang dewasa terdapat sekitar 300 juta alveoli, dengan luas permukaan sekitar 160 m<sup>2</sup> atau sekitar 1 kali luas lapangan tenis, atau luas 100 kali dari kulit kita.

### 1. Rongga Hidung (Cavum Nasalis)

Rongga hidung berlapis selaput lendir berfungsi menangkap benda asing yang masuk lewat saluran pernapasan, di dalamnya terdapat beberapa struktur penyusun :

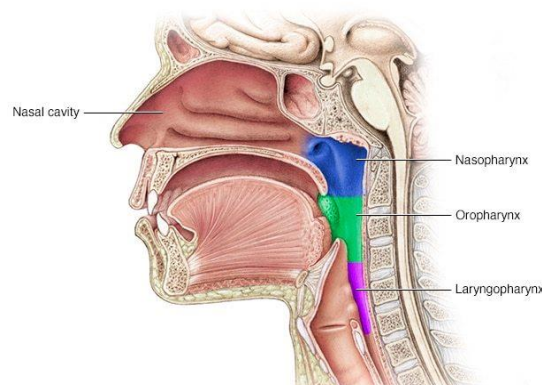
- a. Kelenjar minyak (kelenjar sebacea)
- b. Kelenjar keringat (kelenjar sudorifera).
- c. Rambut pendek dan tebal yang berfungsi menyaring partikel kotoran yang masuk bersama udara.
- d. Konka yang mempunyai banyak kapiler darah yang berfungsi menghangatkan udara yang masuk (sebagai heater).



Gambar 2. Struktur hidung  
www.news.labsatu.com

### 2. Tekak/Faring (pangkal tenggorokan)

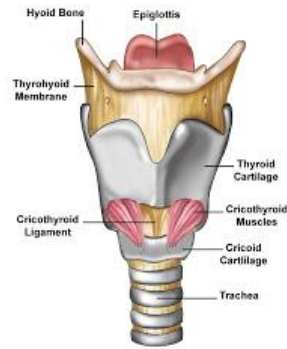
Tekak/faring terletak di belakang rongga hidung dan mulut. Tekak tersusun dari otot lurik dengan panjang kurang lebih 4 cm. Tekak ini merupakan persimpangan antara saluran pencernaan dengan saluran pernafasan.



Gambar 3. Struktur faring  
www.dosenpendidikan.co.id

### 3. Pangkal Tenggorokan/Laring

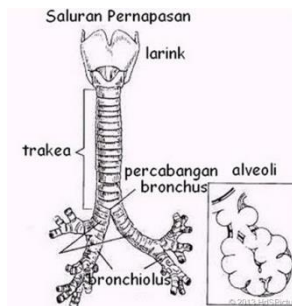
Pada pangkal tenggorokan (laring) terdapat sebuah katup yang disebut epiglotis. Epiglotis ini berfungsi mengatur jalannya makanan dan udara pernapasan sesuai dengan salurannya masing-masing. Di samping itu, pada pangkal tenggorokan terdapat pita suara yang merupakan organ penghasil suara pada manusia. Walaupun demikian, saraf kita akan mengatur agar peristiwa menelan, bernapas, dan berbicara tidak terjadi bersamaan sehingga mengakibatkan gangguan kesehatan.



Gambar 4. Struktur laring  
www.ekosistem.go.id

**4. Batang tenggorokan (Trakea)**

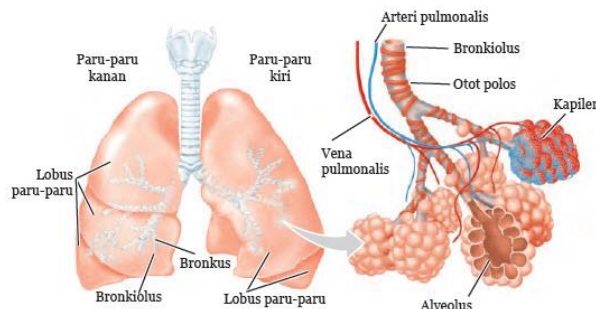
Tenggorokan berupa pipa yang panjangnya ± 10 cm, terletak sebagian di leher dan sebagian di rongga dada (torak). Dinding tenggorokan tipis dan kaku, dikelilingi oleh cincin tulang rawan, Pada bagian dalam rongga terdapat epitel bersilia. Silia-silia ini berfungsi menyaring benda-benda asing yang masuk ke saluran pernapasan.



Gambar 5. Tenggorokan  
www.hedisasrawan.blogspot.com

**5. Cabang Tenggorokan (Bronki/bronchus)**

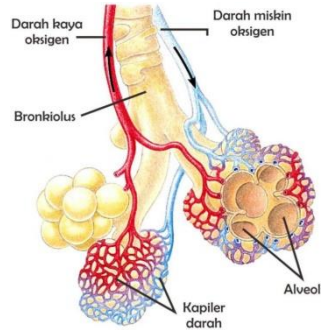
Batang tenggorokan merupakan saluran penghubung antara rongga hidung, rongga mulut dan paru-paru. Dinding batang tenggorokan (trakea) tersusun dari cincin-cincin tulang rawan yang di dalamnya terdapat rambut-rambut getar (silia) yang berfungsi menyaring udara pernafasan. Cabang Tenggorokan (trakea) bercabang menjadi dua bagian, yaitu bronchus kanan dan bronchus kiri. Struktur lapisan mukosa bronchus sama dengan trakea, hanya tulang rawan bronkus bentuknya tidak teratur dan pada bagian bronchus yang lebih besar cincin tulang rawannya melingkari lumen dengan sempurna. Bronchus bercabang-cabang lagi menjadi bronkiolus.



Gambar 6. Struktur bronkus dan bronkiolus manusia  
www.kartinitini.wordpress.com

## 6. Alveolus

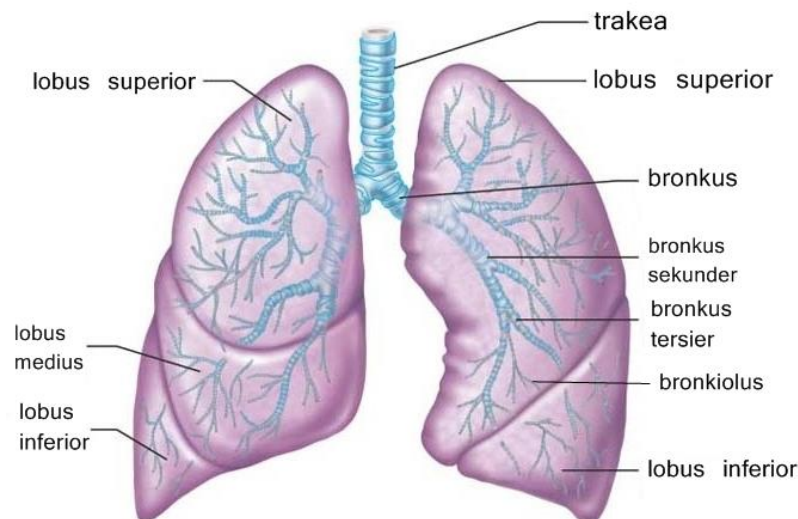
Alveolus merupakan struktur berbentuk bola-bola mungil atau gelembung paru-paru yang diliputi oleh pembuluh-pembuluh darah. Epitel pipih yang melapisi alveoli memudahkan darah di dalam kapiler-kapiler darah mengikat oksigen dari udara dalam rongga alveolus.



Gambar 7. Struktur alveolus  
www.seputarbahan.me

## 7. Paru-paru (Pulmo)

Paru-paru terletak di rongga dada tepat di atas sekat diafragma. Diafragma adalah sekat rongga badan yang membatasi rongga dada dan rongga perut. Paru-paru terdiri dari dua bagian. Paru-paru kanan memiliki tiga lobus, sehingga lebih besar dari paru-paru kiri yang terdiri dari dua lobus. Paru-paru dibungkus oleh dua lapis selaput paru-paru atau pleura. Di bagian dalam paru-paru terdapat gelembung halus yang merupakan perluasan permukaan paru-paru yang disebut alveolus, dan jumlahnya lebih kurang 300 juta buah. Luas permukaan alveolus diperkirakan mencapai 160 m<sup>2</sup> atau 100 kali lebih luas dari pada luas permukaan tubuh.

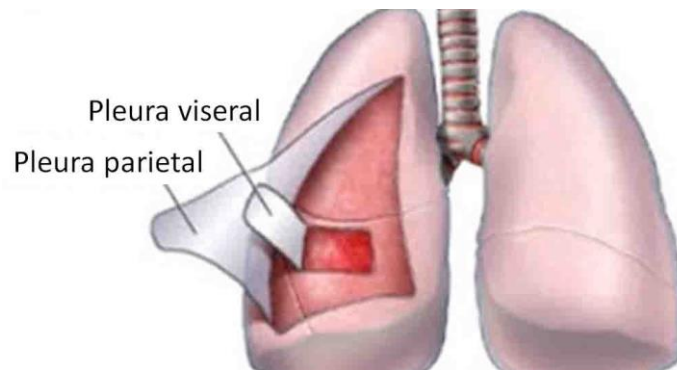


Gambar 8. Struktur paru-paru  
www.citakocandrak.blogspot.com

## 8. Pleura

Pleura merupakan selaput pembungkus paru, terdiri atas :

1. Pleura Viscerale : melekat pd paru-paru , selaput bagian dalam yang langsung menyelaputi paru-paru disebut pleura dalam
2. Pleura Parietale : melapisi dinding dada
3. Pleura Costalis : melapisi iga-iga , berupa selaput yang menyelaputi rongga dada yang bersebelahan dengan tulang rusuk disebut pleura luar
4. Pleura Diafragmatika : melapisi diafragma
5. Pleura Servicalis : terletak di leher



Gambar 9. Paru-paru dengan lapisan pleura  
[www.hedisasrawan.blogspot.com](http://www.hedisasrawan.blogspot.com)

Antara selaput luar dan selaput dalam terdapat rongga berisi cairan pleura yang berfungsi sebagai pelumas paru-paru, Cairan pleura berasal dari plasma darah yang masuk secara eksudasi. Dinding rongga pleura bersifat permeabel terhadap air dan zat-zat lain.

## C. Rangkuman

1. Sistem pernapasan pada manusia adalah sistem organ yang digunakan untuk menghirup oksigen dari udara serta mengeluarkan karbon dioksida dan uap air. Dalam proses pernapasan, oksigen merupakan zat kebutuhan utama. Oksigen untuk pernapasan diperoleh dari udara di lingkungan sekitar.
2. Alat-alat pernapasan berfungsi memasukkan udara yang mengandung oksigen dan mengeluarkan udara yang mengandung karbon dioksida dan uap air.
3. Tujuan proses pernapasan yaitu untuk memperoleh energi. Pada peristiwa bernapas terjadi pelepasan energi.
4. Jalannya Udara Pernapasan: Udara masuk melalui lubang hidung - farink - larink - trakea - percabangan trakea (bronchus) - percabangan bronchus (bronchioles) - udara berakhir pada ujung bronchus berupa gelembung (alveolus).
5. Paru-paru tersusun oleh bronkiolus, alveolus, jaringan elastik, dan pembuluh darah. Di dalam paru-paru, bronkiolus bercabang-cabang halus dengan diameter  $\pm 1$  mm, dindingnya makin menipis jika dibanding dengan bronkus.



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### Mekanisme Pernafasan

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini diharapkan mampu:

1. Membedakan proses pernafasan dada dan pernafasan perut.
2. Mengaitkan kapasitas udara paru-paru dengan cara dan kekuatan seseorang dalam melakukan respirasi.

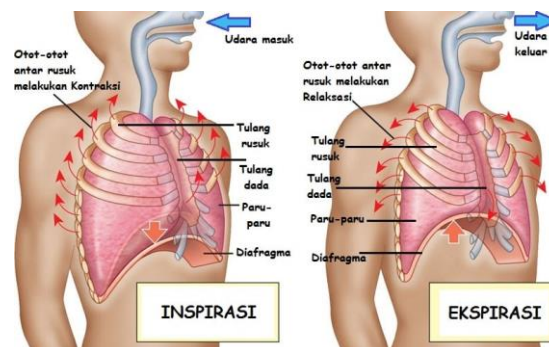
#### B. Uraian Materi

##### 1. Mekanisme Pernafasan

Pernafasan adalah suatu proses poses pertukaran gas oksigen dan karbondioksida. Proses pernafasan dipengaruhi oleh susunan saraf otonom. Menurut tempat terjadinya pertukaran gas, maka pernafasan dapat dibedakan atas 2 jenis.

1. Pernafasan luar (Eksternal) terjadinya pertukaran udara antara udara dalam alveolus dengan darah dalam kapiler.
2. Pernafasan dalam (Insternal) adalah pertukaran udara antara darah dalam kapiler dengan sel-sel tubuh.

Keluar masuk udara dalam paru-paru dipengaruhi oleh perbedaan tekanan udara dalam rongga dada dengan tekanan udara di luar tubuh. Jika tekanan di luar rongga dada lebih besar maka udara akan masuk. Sebaliknya, apabila tekanan dalam rongga dada lebih besar maka udara akan keluar. Proses pernafasan selalu terjadi dua siklus, yaitu inspirasi (menghirup udara) dan ekspirasi (mengeluarkan udara). Berdasarkan cara melakukan inspirasi dan ekspirasi serta tempat terjadinya pernafasan manusia dapat melakukan 2 mekanisme pernafasan, yaitu pernafasan dada dan pernafasan perut. Pernafasan dada dan perut terjadinya secara bersamaan



Gambar 10. Mekanisme ekspirasi dan inspirasi saat bernafar  
www.pelajaran.co.id

##### a) Pernafasan Dada

Pernafasan dada merupakan pernafasan yang mekanismenya melibatkan aktifitas otot-otot antartulang rusuk (*intercosta*). Pernafasan dada terjadi melalui fase inspirasi dan ekspirasi yang mekanismenya sebagai berikut:

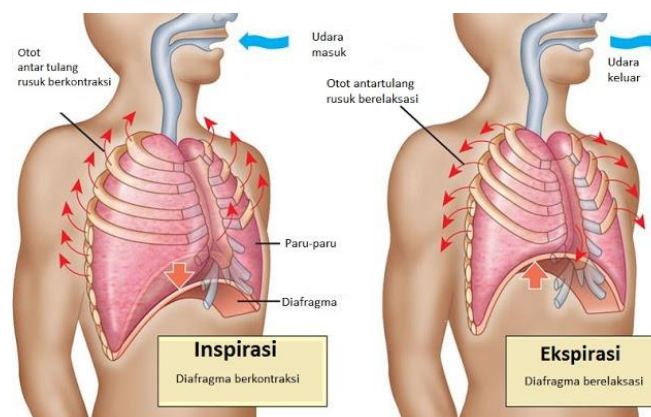
### Mekanisme pernapasan dada

1. Fase Inspirasi pernapasan dada  
Mekanisme inspirasi pernapasan dada sebagai berikut: Otot antar tulang rusuk (muskulus intercostalis eksternal) berkontraksi --> tulang rusuk terangkat (posisi datar) --> Paru-paru mengembang --> tekanan udara dalam paru-paru menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan udara luar --> udara luar masuk ke paru-paru.
2. Fase ekspirasi pernapasan dada.  
Mekanisme ekspirasi pernapasan perut adalah sebagai berikut: Otot antar tulang rusuk relaksasi --> tulang rusuk menurun --> paru-paru menyusut --> tekanan udara dalam paru-paru lebih besar dibandingkan dengan tekanan udara luar --> udara keluar dari paru-paru.

### b) Pernapasan Perut

Pernapasan perut merupakan pernapasan yang mekanismenya melibatkan aktifitas otot-otot diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada. Mekanisme pernapasan perut dapat dibedakan menjadi dua tahap yakni sebagai berikut:

1. Fase inspirasi pernapasan perut.  
Mekanisme inspirasi pernapasan perut sebagai berikut: sekat rongga dada (diafragma) berkontraksi → posisi dari melengkung menjadi mendatar → paru-paru mengembang → tekanan udara dalam paru-paru lebih kecil dibandingkan tekanan udara luar → udara masuk.
2. Fase ekspirasi pernapasan perut.  
Mekanisme ekspirasi pernapasan perut sebagai berikut: otot diafragma relaksasi → posisi dari mendatar kembali melengkung → paru-paru mengempis → tekanan udara di paru-paru lebih besar dibandingkan tekanan udara luar → udara keluar dari paru-paru.



Gambar 11. Mekanisme pernafasan dada dan perut  
www.utakatikotak.com

### 2. Volume dan Kapasitas Paru-Paru

Volume udara yang dipernafaskan sangat bervariasi, sebab dipengaruhi oleh cara dan kekuatan seseorang melakukan respirasi. Pada orang dewasa, volume paru-paru berkisar antara 5 – 6 liter. Udara yang dipernafaskan oleh tubuh dapat digolongkan menjadi:

- a. **Udara pernapasan biasa/volume tidal (VT)**  
Merupakan udara yang masuk dan keluar paru-paru pada saat pernapasan biasa. Volume udara yang masuk dan keluar sebanyak 500 ml.
- b. **Udara cadangan inspirasi/udara komplementer (UK)**

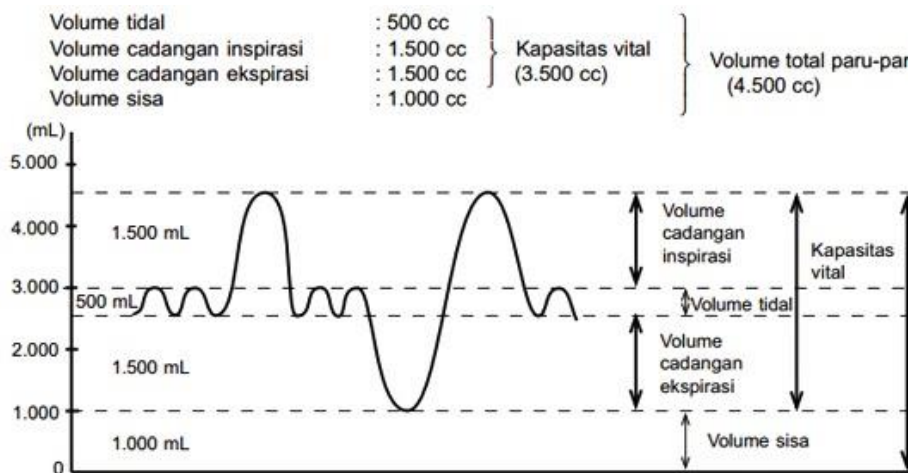
Merupakan udara yang masih dapat dimasukkan ke dalam paru-paru secara maksimal, setelah melakukan inspirasi normal. Besarnya udara komplementer adalah 2500 - 3000 ml.

c. **Udara cadangan ekspirasi/udara suplementer (US)**

Merupakan udara yang masih dapat dikeluarkan dari paru-paru secara maksimal setelah melakukan ekspirasi biasa. Besarnya udara suplementer adalah 1250 - 1300 ml.

d. **Udara residu (UR)**

Merupakan udara yang tersisa di dalam paru-paru, yang berfungsi untuk menjaga agar paru-paru tetap dalam keadaan mengembang. besarnya udara residu adalah 1200 ml.



Gambar 12. Grafik kapasitas paru-paru  
www.materi4belajar.com

**3. Frekuensi pernapasan**

Frekuensi pernapasan adalah intensitas memasukkan atau mengeluarkan udara per menit, dari dalam ke luar tubuh atau dari luar ke dalam tubuh. Pada umumnya intensitas pernapasan pada manusia berkisar antara 16 - 18 kali.

Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan frekuensi pernapasan adalah:

1. **Usia**

Balita memiliki frekuensi pernapasan lebih cepat dibandingkan manula. Semakin bertambah usia, intensitas pernapasan akan semakin menurun.

2. **Jenis kelamin**

Laki-laki memiliki frekuensi pernapasan lebih cepat dibandingkan perempuan.

3. **Suhu tubuh**

Semakin tinggi suhu tubuh (demam) maka frekuensi pernapasan akan semakin cepat.

4. **Posisi tubuh**

Frekuensi pernapasan meningkat saat berjalan atau berlari dibandingkan posisi diam. Frekuensi pernapasan posisi berdiri lebih cepat dibandingkan posisi duduk. Frekuensi pernapasan posisi tidur terlentang lebih cepat dibandingkan posisi tengkurap.

5. **Aktivitas**

Semakin tinggi aktivitas, maka frekuensi pernapasan akan semakin cepat.

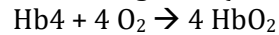


#### 4. Mekanisme Pertukaran Oksigen dan Karbondioksida

##### a. Pertukaran oksigen.

Kebutuhan oksigen setiap individu berbeda-beda tergantung pada **umur, aktivitas, berat badan, jenis kelamin dan jumlah makanan yang dikonsumsi**. Dalam keadaan biasa jumlah oksigen yang dibutuhkan sebanyak 300 ml perhari per individu.

a) Sekitar 97% oksigen yang masuk ke dalam darah akan diangkut oleh hemoglobin/eritrosit. Oksigen yang terikat dalam Hb dikenal dengan oksihemoglobin (HbO<sub>2</sub>). dengan reaksi sebagai berikut:



b) 2-3 % lagi akan larut dan diangkut oleh plasma darah.

Proses pengikatan dan pelepasan oksigen dipengaruhi oleh tekanan oksigen, kadar oksigen, dan kadar karbondioksida di jaringan tubuh, dan terjadi secara difusi.

Proses difusi berlangsung sederhana, yaitu hanya dengan gerakan molekul secara bebas, melalui membran sel dari konsentrasi tinggi atau tekanan tinggi ke konsentrasi rendah atau tekanan rendah.

Prosesnya difusi dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Tekanan oksigen di udara (PO<sub>2</sub>=160 mmHg), dalam alveolus (PO<sub>2</sub>=105mmHg), di arteri 100 mmHg, di jaringan 40 mmHg, di vena lebih kecil 40 mmHg.
- Jadi karna tekanan parsial oksigen berbeda, maka hemoglobin akan mengangkut oksigen sampai ke jaringan tubuh.
- Di dalam sel-sel tubuh, oksigen digunakan untuk proses respirasi di dalam mitokondria sel.
- Semakin banyak oksigen yang digunakan oleh sel-sel tubuh, semakin banyak karbondioksida yang terbentuk dari proses respirasi.
- Setiap 100 cc darah di arteri mampu mengangkut 19 ccO<sub>2</sub>.
- Setelah sampai di vena setiap 100 cc darah masih mengandung O<sub>2</sub> sebanyak 12 cc. Volume O<sub>2</sub> yang tertinggal di jaringan adalah 7 cc.
- Jika volume darah ada 5 liter, atau 5000 cc, maka volume O<sub>2</sub> yang sampai ke jaringan sekali beredar adalah:  $5000 / 100 \times 7 \text{ cc} = 50 \times 7 = 350 \text{ cc}$ .

##### b. Pertukaran Karbondioksida.

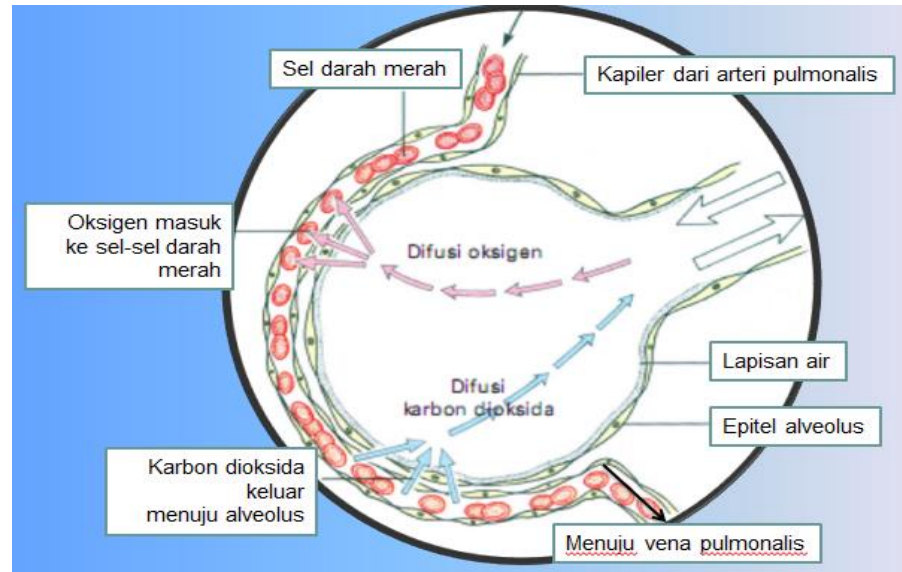
Proses respirasi sel di jaringan tubuh akan menghasilkan karbondioksida, hal ini menyebabkan tekanan parsial karbondioksida (PCO<sub>2</sub>) dalam sel tubuh lebih tinggi dibanding di kapiler vena, sehingga CO<sub>2</sub> berdifusi ke vena dan di bawa ke paru-paru.

Prosesnya sebagai berikut :

- P.CO<sub>2</sub> di jaringan tubuh = 60 mmHg , P. CO<sub>2</sub> di vena = 47 mmHg , P. CO<sub>2</sub> di alveolus= 35 mmHg) atau luar tubuh = 0.3 mmHg,
- karena perbedaan tekanan parsial tersebut, akhirnya CO<sub>2</sub> akan dikeluarkan dari tubuh melalui ekspirasi.

Pengangkutan CO<sub>2</sub> oleh darah dilakukan 3 cara yaitu:

- Oleh plasma darah  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ . Pengangkutan ini dibantu enzim karbonat anhidrase. jumlah CO<sub>2</sub> yang dapat diangkut sebanyak 5 %.
- Oleh Hemoglobin  $\text{CO}_2 + \text{Hb} \rightarrow \text{HbCO}_2$
- Pertukaran klorida :  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^-$ 
  - $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+$  dan  $\text{HCO}_3^-$
  - $\text{H}^+$  di ikat Hb, karena bersifat racun dalam sel.
  - $\text{HCO}_3^- \rightarrow$  ke plasma darah
  - $\text{HCO}_3^- \rightarrow$  diganti oleh  $\text{Cl}^-$



Gambar 13. Pertukaran gas dalam alveolus paru-paru  
[www.lilisuryanii.github.io](http://www.lilisuryanii.github.io)

### C. Rangkuman

1. Pernafasan adalah proses pertukaran gas oksigen dan karbondioksida
2. Menurut tempat terjadinya pertukaran gas, maka pernafasan dapat dibedakan atas 2 jenis, yaitu pernafasan dada dan pernafasan perut.
3. Pernafasan dada adalah pernafasan yang melibatkan otot antartulang rusuk.
4. Pernafasan perut adalah pernafasaan yang melibatkan otot diafragma.
5. Udara yang dipernafaskan oleh tubuh dapat digolongkan menjadi volume tidal, udara komplementer, udara suplementer, dan udara residu.
6. Pengangkutan  $O_2$  oleh darah dilakukan oleh hemoglobin dan plasma darah
7. Pengangkutan  $CO_2$  oleh darah dilakukan 3 cara yaitu:
  - a. plasma darah  $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$ .
  - b. Oleh Hemoglobin  $CO_2 + Hb \rightarrow HbCO_2$
  - c. Pertukaran klorida :  $CO_2 + H_2O \rightarrow HCO_3$

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

### Kelainan Sistem Pernafasan

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini diharapkan mampu:

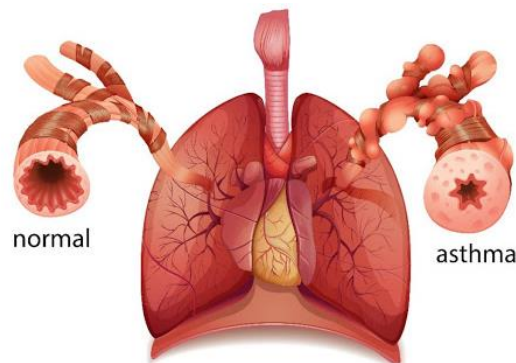
1. Mendiagnosis gejala-gejala penyakit /gangguan pada sistem pernafasan.
2. Menganalisis pengaruh pencemaran udara terhadap kelainan struktur dan fungsi organ pernafasan.

#### B. Uraian Materi

##### 1. Gangguan sistem pernafasan

Beberapa gangguan (kelainan dan penyakit) pada sistem pernafasan manusia antara lain sebagai berikut:

- a. **Asma** adalah gangguan pada rongga saluran pernafasan yang diakibatkan oleh kontraksi otot polos pada trakea dan mengakibatkan penderita sulit bernapas. ditandai dengan kontraksi yang kaku dari bronkiolus . Asma biasanya disebabkan oleh hipersensitivitas bronkiolus (disebut asma bronkiale) terhadap benda-benda asing di udara. penyebab penyakit ini juga dapat terjadi dikarenakan faktor psikis dan penyakit menurun.



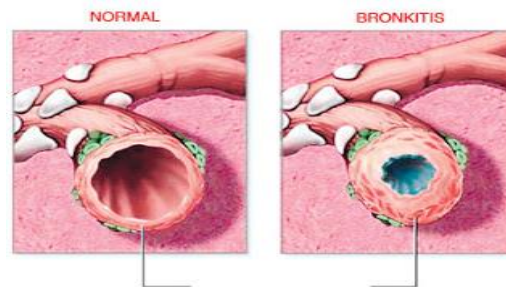
Gambar 16. Bronkiolus penderita asma (kiri)  
dibanding bronkiolus normal (kanan)  
[www.p2ptm.kemkes.go.id](http://www.p2ptm.kemkes.go.id)

- b. **Tuberkulosis (TBC)** merupakan penyakit spesifik yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini dapat menyerang semua organ tubuh, tetapi yang paling sering adalah paru-paru dan tulang. Penyakit ini menyebabkan proses difusi oksigen yang terganggu karena adanya bintik-bintik kecil pada dinding alveolus. Keadaan ini menyebabkan :
  - Peningkatan kerja sebagian otot pernafasan yang berfungsi untuk pertukaran udara paru-paru
  - Mengurangi kapasitas vital dan kapasitas pernafasan
  - Mengurangi luas permukaan membran pernafasan, yang akan meningkatkan ketebalan membran pernafasan sehingga menimbulkan penurunan kapasitas difusi paru-paru
- c. **Faringitis** merupakan peradangan pada faring sehingga timbul rasa nyeri pada waktu menelan makanan ataupun kerongkongan terasa kering. Gangguan ini disebabkan oleh infeksi bakteri atau virus dan dapat juga disebabkan terlalu banyak merokok. Bakteri yang biasa menyerang penyakit ini adalah *Streptococcus pharyngitis*.



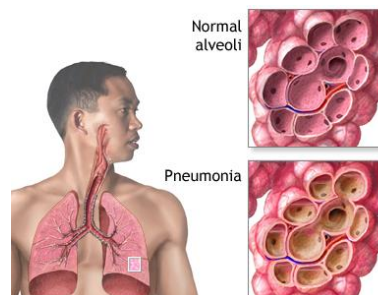
Gambar 17. Peradangan faring pada penderita faringitis  
<https://medium.com>

- d. **Bronkitis** adalah penyakit karena peradangan pada bronkus (saluran yang membawa udara menuju paru-paru). Penyebabnya bisa karena infeksi kuman, bakteri atau virus. Penyebab lainnya adalah asap rokok, debu, atau polutan udara.



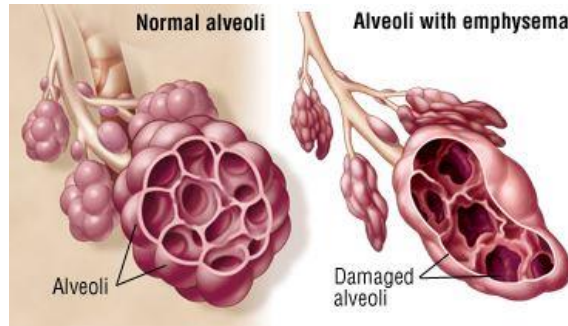
Gambar 18. Peradangan saluran bronkus pada penderita bronchitis (kanan), dibandingkan dengan bronkus normal (kiri)  
<http://sakitbronchitis.blogspot.com/>

- e. **Pneumonia** adalah peradangan paru-paru dimana alveolus biasanya terinfeksi oleh cairan dan eritrosit berlebihan. Infeksi disebarkan oleh bakteri dari satu alveolus ke alveolus lain hingga dapat meluas ke seluruh lobus bahkan seluruh paru-paru. Umumnya disebabkan oleh bakteri streptokokus (*Streptococcus*), *Diplococcus pneumoniae*, dan bakteri *Mycoplasma pneumoniae*.



Gambar 19. Alveolus berisi cairan karena infeksi bakteri pada penderita pneumonia (kanan), dibandingkan dengan alveolus normal (kiri)  
<https://medlineplus.gov/>

- f. **Emfisema** adalah kelain paru-paru disebabkan karena hilangnya elastisitas alveolus. Alveolus sendiri adalah gelembung-gelembung yang terdapat dalam paru-paru. Pada penderita emfisema, volume paru-paru lebih besar dibandingkan dengan orang yang sehat karena karbondioksida yang seharusnya dikeluarkan dari paru-paru terperangkap didalamnya. Asap rokok dan kekurangan enzim alfa-1-antitripsin adalah penyebab kehilangan elastisitas pada paru-paru ini.



Gambar 20. Alveolus penderita emfisema dan alveolus normal  
<https://idnmedis.com/>

- g. Difteri** merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium diphtherial* yang dapat menimbulkan penyumbatan pada rongga faring (faringitis) maupun laring (laringitis) oleh lendir yang dihasilkan oleh bakteri tersebut.



Gambar 21. Rongga faring penderita difteri  
<https://hellosehat.com/>

- h. Asfiksi** adalah gangguan dalam pengangkutan oksigen ke jaringan yang disebabkan terganggunya fungsi paru-paru, pembuluh darah, ataupun jaringan tubuh. Misalnya alveolus yang terisi air karena seseorang tenggelam. Gangguan yang lain adalah keracunan karbon monoksida yang disebabkan karena hemoglobin lebih mengikat karbon monoksida sehingga pengangkutan oksigen dalam darah berkurang.
- i. Kanker Paru-paru** adalah kelainan karena pertumbuhan sel kanker yang tidak terkendali di dalam jaringan paru-paru. Kanker ini mempengaruhi pertukaran gas di paru-paru dan menjalar ke seluruh bagian tubuh. Merokok merupakan penyebab utama dari sekitar 90% kasus kanker paru-paru pada pria dan sekitar 70% kasus pada wanita. Semakin banyak rokok yang dihisap, semakin besar resiko untuk menderita kanker paru-paru. Tetapi tidak menutup kemungkinan perokok pasif pun mengalami penyakit ini. Penyebab lain yang memicu penyakit ini adalah penderita menghirup debu asbes, kromium, produk petroleum, dan radiasi ionisasi.
- j. Laringitis atau** radang pada laring. Penderita serak atau kehilangan suara. Penyebabnya antara lain karena infeksi, terlalu banyak merokok, minum alkohol, dan terlalu banyak serak.
- k. Sinusitis** adalah kelainan karena radang pada sinus. Sinus letaknya di daerah pipi kanan dan kiri batang hidung. Biasanya di dalam sinus terkumpul nanah yang harus dibuang melalui operasi.



## 2. Tehnologi Pernafasan Pada Manusia

### a. Teknologi Pulmotor/Alat Pernapasan Buatan

Pulmotor merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses pernapasan buatan. Alat ini biasanya digunakan pada pasien atau orang yang mengalami gangguan pernapasan, seperti gangguan pernapasan karena tenggelam dan kaget saat tersengat listrik.

Bentuk Pulmotor yang digunakan dalam keadaan darurat dan yang berada di rumah sakit berbeda. Pulmotor yang ada di rumah sakit dilengkapi dengan tabung oksigen berukuran besar, dan biasanya dilengkapi dengan instalasi khusus yang memudahkan untuk proses penggunaannya.

Pulmotor yang dilengkapi tabung oksigen lebih cepat membantu proses pemulihan pernapasan, karena setelah penyumbatan ditarik keluar, maka oksigen langsung dimasukkan ke tubuh pasien, sehingga diharapkan kondisi pasien bisa segera pulih seperti sediakala.

### b. Teknologi Oxygen Catheter/Selang Pernapasan.

Jika Anda pernah ke rumah sakit atau menemani kerabat yang sedang dirawat, maka terkadang kita melihat ada selang yang terpasang di hidung pasien. Sebenarnya selang apakah itu? Selang tersebut merupakan bagian dari teknologi sistem pernapasan yang disebut Oxygen Catheter atau Oxygen Cannula. Selang tersebut berfungsi mengalirkan oksigen ke dalam tubuh pasien. Mengapa ini dilakukan, karena pasien memiliki ketidakmampuan untuk menyerap oksigen secara mandiri. Oxygen Catheter biasanya akan tersambung dengan tabung oksigen yang diletakkan di samping tempat tidur pasien. Oxygen Catheter biasanya dipasang ke pasien pada kondisi-kondisi darurat saja, misalnya saja jika ada pasien yang mengalami koma, penyakit berat, setelah mengalami operasi dan tindakan-tindakan lainnya. Untuk kenyamanan pasien, sebaiknya pihak medis perlu memilih Oxygen Catheter dengan kualitas yang baik, pertama pilihlah yang paling efektif dan efisien dalam menyalurkan oksigen, kedua pilihlah bahan Oxygen Catheter yang lembut dan non kinking, dan memiliki ujung konektor yang lunak. Ujung konektor yang lunak akan memudahkan tenaga medis untuk memasukkan ke oksigen outlet.

### c. Teknologi Spirometer /Alat Diagnosa Kondisi Paru-Paru

Spirometer merupakan alat yang digunakan untuk diagnosa kondisi paru-paru. Kapasitas paru-paru sering dijadikan parameter kerusakan yang terjadi pada paru-paru seseorang. Proses pengukuran inilah yang dilakukan oleh alat bernama Spirometer dan proses pengukurannya diberi nama spirometri. Untuk mengetahui kondisi paru-paru, maka Spirometer akan mengukurnya dan kemudian menampilkannya dalam bentuk grafik-grafik. Untuk menentukan baik atau tidaknya, maka grafik dari hasil pengukuran akan dibandingkan dengan grafik pada kondisi paru-paru yang normal.

Spirometer sangat penting perannya dalam dunia kesehatan paru-paru. Spirometer berperan penting pada penyakit obstruktif kronis (PPOK). Teknologi sistem pernapasan yang satu ini mampu mendiagnosa penyakit, mulai dari pertama kali penyakit itu terdiagnosa hingga selama proses pengobatannya.

### d. Teknologi Nebulizer : Alat yang Digunakan Oleh Penderita Asma

Nebulizer merupakan alat yang sering digunakan bagi mereka yang mengidap asma kronis. Asma kronis ini merupakan asma yang tidak bisa disembuhkan lagi, tapi masih bisa diatasi dengan sejumlah obat-obatan tertentu. Nebulizer sendiri merupakan alat yang memiliki kemampuan mengubah obat dalam bentuk cair menjadi uap.

Nebulizer ini merupakan alat yang dayanya dibantu dengan baterai. Penderita asma yang menggunakan Nebulizer akan merasa lebih lega saat bernapas. Nebulizer mampu mengubah partikel obat menjadi uap dengan partikel yang sangat kecil.

Nebulizer terdiri dari beberapa jenis antara lain adalah Nebulizer compressor, Nebulizer ultrasonic, dan Nebulizer mesh. Nebulizer compressor akan menghasilkan gas dengan tekanan yang tinggi. Nebulizer dengan tipe seperti ini di pasaran harganya relatif lebih murah, ini dikarenakan lebih boros listrik dan lebih berisik saat proses penggunaannya. Langkah-langkah menggunakan Nebulizer adalah sebagai berikut:

- a) Sebelum Anda menggunakan Nebulizer, maka Anda perlu memastikan tangan Anda bersih. Oleh karena itu cucilah tangan Anda sebelum menggunakan Nebulizer, sehingga hal ini bisa mencegah kuman masuk ke paru-paru bersama obat.
- b) Siapkan obat yang akan Anda masukkan ke dalam Nebulizer, kemudian tambahkanlah cairan bernama saline, terutama jika dokter meresepkannya.
- c) Setelah itu Anda bisa memasukkan wadah berisi obat ke mesin Nebulizer.
- d) Jika semua sudah siap, maka Anda bisa memasang masker di wajah hingga hidung dan mulut Anda tertutup.
- e) Setelah semua siap, maka inilah saatnya Anda menghidupkan mesin, dengan hidupnya mesin, maka Anda bisa menghirup udaranya menggunakan hidung dan mengeluarkan melalui mulut.
- f) Jika semua uap sudah keluar, maka Anda bisa mengakhiri pengobatan

### C. Rangkuman

1. Gangguan sistem pernafasan terjadi karena organ-organ pernafasan tidak berfungsi normal. Kelaianan fungsi tersebut bisa disebabkan oleh:
  - a. Prilaku yang merusak organ pernafasan, misalnya kebiasaan merokok.
  - b. Polutan di udara yang melebihi batas ambang, misalnya CO<sub>2</sub>.
  - c. Infeksi penyakit
2. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini dapat mengatasi beberapa gangguan sistem pernafasan, tetapi teknologi tersebut membutuhkan biaya yang tidak murah.

Pulmotor merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses pernafasan buatan. Alat ini biasanya digunakan pada pasien atau orang yang mengalami gangguan pernafasan, seperti gangguan pernafasan karena tenggelam dan gangguan pernafasan karena kaget

Oxygen Catheter biasanya dipasang ke pasien pada kondisi-kondisi darurat saja, misalnya saja jika ada pasien yang mengalami koma, penyakit berat,

## D. Penugasan Mandiri

Bacalah artikel tentang pengaruh pencemaran udara terhadap gangguan sistem pernafasan berikut.

### **Dampak Polusi Udara Terhadap Paru-paru**

(www.alodokter.com) [Attps://www.alodokter.com](https://www.alodokter.com)

Tingginya mobilitas masyarakat dalam berkendara turut andil terhadap tingkat polusi udara. Di daerah perkotaan misalnya, pada jam-jam sibuk, tingkat polusi udara cenderung lebih tinggi dibandingkan pada jam biasanya.

Paparan polusi udara yang berlebih dapat berdampak buruk terhadap kesehatan. Organisasi kesehatan dunia (WHO) menyatakan, polusi udara merupakan salah satu masalah lingkungan terbesar yang memberi dampak signifikan pada kesehatan manusia. Dengan mengurangi tingkat polusi udara, sebuah negara dapat mengurangi risiko penyakit stroke, jantung, kanker paru-paru, serta masalah pernapasan akut maupun kronis seperti asma dan PPOK, di antara penduduknya.

Pada tahun 2012 tercatat, 3,7 juta orang di dunia berusia kurang dari 60 tahun, meninggal akibat polusi udara dari luar ruangan. Selain polusi udara luar ruangan, polusi di dalam ruangan juga mengakibatkan risiko kesehatan serius bagi tiga miliar orang di dunia yang menggunakan arang dan kayu bakar di dalam rumah. Bahkan, setiap tahunnya, hampir 600.000 anak-anak di bawah usia 5 tahun dari seluruh dunia, meninggal dunia karena penyakit pernapasan akibat polusi udara.

Berikut ini adalah beberapa polusi udara dan dampaknya terhadap kesehatan.

- **Nitrogen Dioksida**

Nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) muncul dari proses pembakaran (pemanasan, pembangkit listrik, mesin kendaraan, dan kapal). Terpapar  $\text{NO}_2$  secara terus-menerus dapat meningkatkan gejala bronkitis pada anak-anak penderita asma.  $\text{NO}_2$  juga dapat mengurangi fungsi paru-paru.

- **Unsur-Unsur Partikel**

Terdiri atas sulfat, nitrat, amonia, natrium klorida, dan debu mineral. Jika terpapar oleh kombinasi unsur-unsur tersebut secara terus-menerus, dapat meningkatkan risiko terkena penyakit jantung dan pembuluh darah, serta pernapasan seperti kanker paru-paru.

- **Ozon**

Jangan samakan ozon di permukaan tanah dengan lapisan ozon di atmosfer. Walau pada lapisan atmosfer ozon berfungsi sebagai penangkal sinar ultraviolet (UV), pada permukaan bumi ozon termasuk polusi. Ozon di permukaan bumi terbentuk ketika cahaya matahari memicu reaksi kimia antara unsur-unsur polusi. Polusi ozon dapat mengurangi fungsi paru-paru, memicu asma, dan penyakit paru-paru lainnya.

- **Sulfur Dioksida**

Sulfur dioksida atau  $\text{SO}_2$  dapat menyebabkan peradangan pada saluran pernapasan sehingga memicu gejala batuk-batuk berdahak. Menghirup unsur ini juga meningkatkan risiko asma serta bronkitis. Sulfur dioksida dihasilkan dari pembakaran batu bara dan bensin.

Udara yang Anda hirup, meski terlihat bersih, kemungkinan mengandung banyak zat-zat yang dapat membahayakan kesehatan. Untuk itu, coba lindungi diri dan keluarga dari polusi udara dengan cara menggunakan pembersih udara (*air purifier*), masker pernapasan dan menanam tanaman yang berfungsi sebagai pembersih udara.

1. Berdasarkan artikel tersebut, organ-organ pernafasan apa saja yang mengalami gangguan bila terjadi polusi udara? Jelaskan hubungannya dengan penyakit yang diderita!
2. Buatlah deskripsi singkat untuk menanggulangi permasalahan pencemaran udara tersebut agar tidak menyebabkan gangguan system pernafasan!