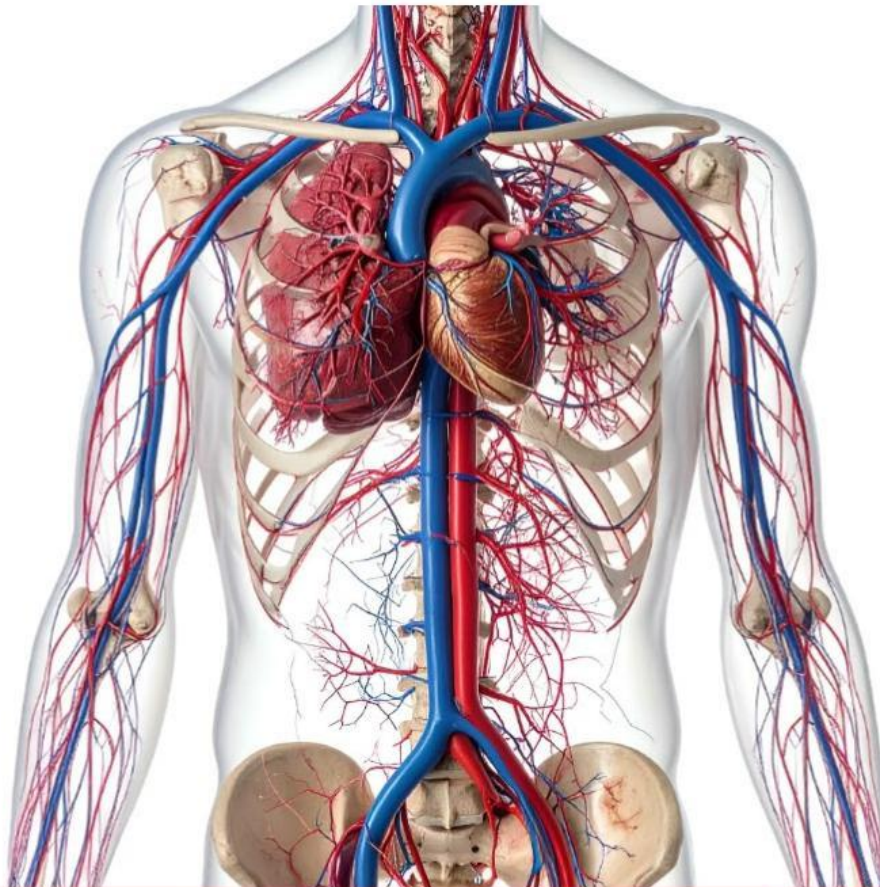


**E-LKM Interaktif Berbasis STEM-
PBL Menggunakan Media Peraga
Filter Box**

SISTEM PERNAPASAN MANUSIA

Biologi Kelas XI/F



Nama :

No Absen :

Kelas :



Daftar Isi

CP & Tujuan Pembelajaran.....	03
Petunjuk Penggunaan E-LKM.....	04
Peta Konsep.....	05
Materi Sistem Pernapasan.....	06
Organ Pernapasan Manusia.....	07
Mekanisme Pernapasan dan Kualitas Udara.. ..	08
Mekanisme Proses Inspirasi.....	09
Mekanisme Proses Ekspirasi.....	10
Orientasi Masalah.....	11
Mengorganisasi Murid.....	12
Membimbing Penyelidikan.....	13
Panduan Proyek STEM.....	14
Tabel Analogi Bagian	15
Tabel Mekanisme Pernapasan.....	16
Keterampilan Berpikir Kritis.....	17



Capaian & Tujuan Pembelajaran

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase F, Murid mampu mengaitkan yang terjadi di dalamnya, sistem organ Pemahaman tentang fakta, konsep, prinsip, hukum, teori, dan model pada materi sel dan bioproses dan keterkaitan antar sistem organ, evolusi, pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, serta bioteknologi modern.

Tujuan Pembelajaran

- Mengidentifikasi organ-organ penyusun sistem pernapasan manusia beserta fungsinya
- Menjelaskan mekanisme pernapasan dada dan perut (inspirasi-ekspirasi)
- Menganalisis faktor penyebab dan dampak gangguan sistem pernapasan, termasuk akibat polusi udara dan merancang solusi sederhana (Filter Box) untuk menjaga kualitas udara dan kesehatan pernapasan.

Petunjuk Penggunaan

- Bacalah setiap instruksi dan uraian materi dengan cermat sebelum mengerjakan.
- Kerjakan setiap kegiatan secara berkelompok, sesuai tahapan yang tersedia di menu sebelah kiri.
- Amati dengan teliti saat melakukan percobaan menggunakan media peraga Filter Box.
- Isi jawaban dengan jujur berdasarkan hasil pengamatan dan diskusi kelompok – jawaban tersimpan otomatis.
- Setelah selesai, gunakan tombol Unduh jawaban untuk menyimpan hasil pekerjaan kalian.
- menjaga kualitas udara dan kesehatan pernapasan.



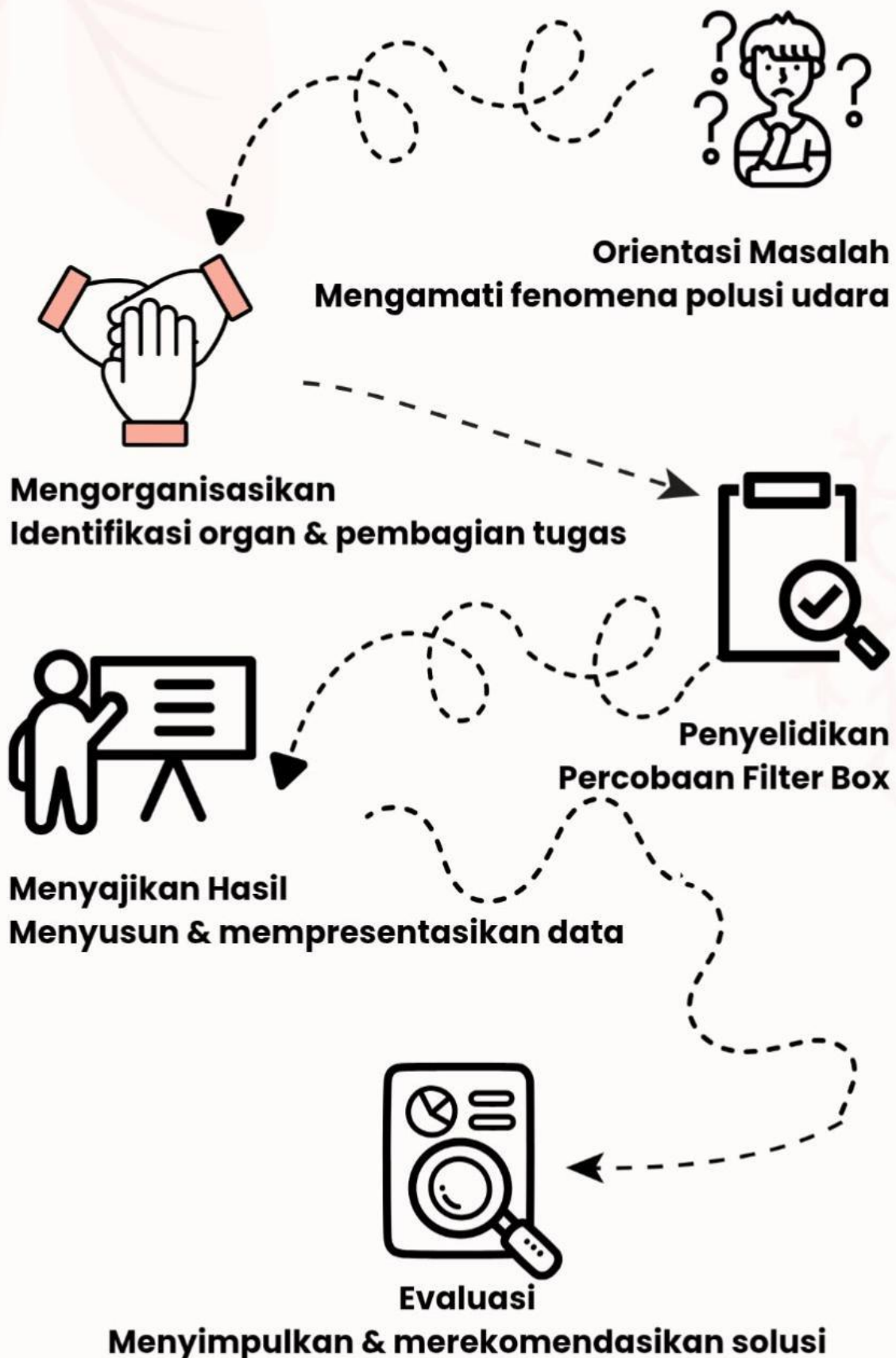
Fitur E-LKM

Fitur	Sintaks PBL	Penjelasan Fitur	Indikator Berpikir Kritis
BioStart	Orientasi peserta didik terhadap masalah	Menyajikan kasus atau fenomena nyata seputar polusi udara dan hubungannya dengan kesehatan sistem pernapasan untuk melatih siswa merumuskan masalah awal secara kontekstual.	<i>Elementary Clarification</i>
BioPlan	Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	Membimbing siswa mengidentifikasi organ pernapasan beserta fungsinya, membagi peran kelompok, dan menyusun langkah awal rencana penyelesaian masalah.	<i>Elementary Clarification</i>
BioLab	Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok	Mengarahkan siswa melakukan eksperimen pembuatan dan pengujian media peraga (seperti Filter Box atau model pernapasan botol-balon) untuk mengumpulkan fakta dan data lapangan yang valid.	<i>Basic Support</i>

Fitur E-LKM

Fitur	Sintaks PBL	Penjelasan Fitur	Indikator Berpikir Kritis
BioShow	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Membimbing siswa mengolah data hasil percobaan ke dalam tabel analogi dan menyajikan karya/solus alat sederhana serta mempresentasikannya di depan kelas.	<i>Basic Support</i>
BioThink	Mengevaluasi proses pemecahan masalah	Mengajak siswa menganalisis hubungan kualitas udara dengan kesehatan pernapasan, mengevaluasi hasil percobaan, serta menarik kesimpulan akhir dan usulan solusi nyata.	<i>inference</i>

Peta Konsep



BioStart

Perhatikan Fenomena Berikut!

Di berbagai wilayah perkotaan, kualitas udara semakin menurun akibat asap kendaraan bermotor, debu, dan asap pabrik. Paparan udara kotor secara terus-menerus dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan, seperti batuk, sesak napas, hingga infeksi saluran pernapasan. Amatilah gambar/video kondisi udara di lingkungan sekitar sekolah atau tempat tinggal kalian yang diberikan oleh guru.

1. **Apa yang kalian ketahui tentang kondisi kualitas udara di lingkungan sekitar tempat tinggal atau sekolah kalian?**

Jawaban

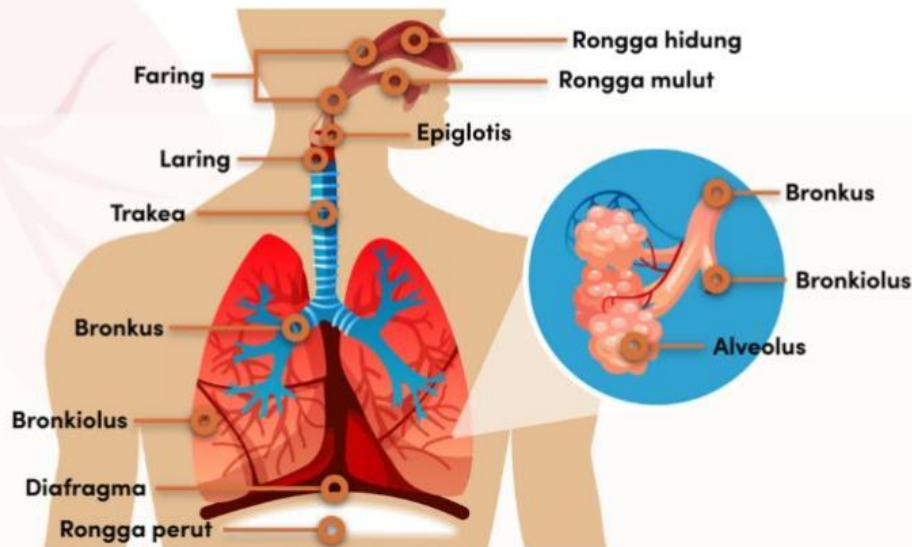
2. **Jelaskan menurut pemahaman kalian, bagaimana hubungan antara kualitas udara dengan kesehatan sistem pernapasan manusia?**

Jawaban

3. **Berdasarkan fenomena tersebut, rumuskan satu masalah yang ingin kalian pecahkan dalam bentuk kalimat tanya!**

Jawaban

Materi



Sistem pernapasan manusia adalah sekumpulan organ yang bekerja sama untuk membawa oksigen ke dalam tubuh dan membuang karbondioksida keluar tubuh. Sistem pernapasan manusia terdiri atas beberapa organ, di antaranya saluran pernapasan, paru-paru, dan pembuluh darah.

Saat manusia bernapas, tubuh mereka akan memasukkan oksigen ke dalam tubuh lalu mengeluarkan karbondioksida keluar tubuh. Pertukaran antara oksigen dan karbondioksida ini terjadi di dalam darah manusia. Normalnya, manusia bernapas sebanyak 12-20 kali dalam satu menit dan membutuhkan sekitar 300 liter oksigen dalam satu hari.

Fungsi Sistem Pernapasan Manusia

Sistem pernapasan manusia memiliki beberapa fungsi yang perlu diketahui, antara lain:

- Menghirup dan menghembuskan udara
- Pertukaran gas antara paru-paru dan aliran darah
- Pertukaran gas antara aliran darah dan jaringan di dalam tubuh
- Menciptakan suara
- Mencium bau

Funfact

Saat bernapas/ekspirasi, udara yang dihembuskan mengandung uap air hasil sampingan metabolisme. Rata-rata orang dewasa kehilangan sekitar 350-500 mL air per hari hanya dari proses menghembuskan napas.



Materi

1. Organ Pernapasan Manusia

Udara melewati organ-organ sistem pernapasan sebelum mencapai tempat pertukaran gas. Berikut adalah urutannya:

👉 Hidung

➡ Faring

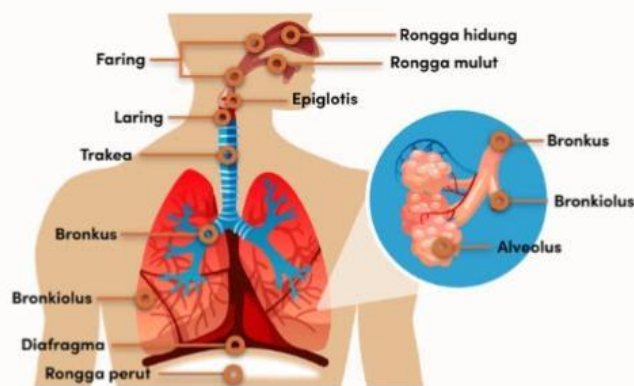
➡ Laring

➡ Trakea

➡ Bronkus

➡ Bronkiolus

🫁 Alveolus



1. Rongga hidung

Saat bernapas, pertama kali udara akan masuk ke rongga hidung. Di sini udara akan disaring oleh selaput hidung yang mengandung kelenjar minyak dan kelenjar keringat. Selaput ini berguna untuk mengunci benda asing agar tidak ikut tersaring dalam paru-paru bersama udara. Selain itu, pada rongga hidung juga terdapat bulu-bulu hidung yang berguna sebagai penyaring udara.

2. Faring atau tenggorokan

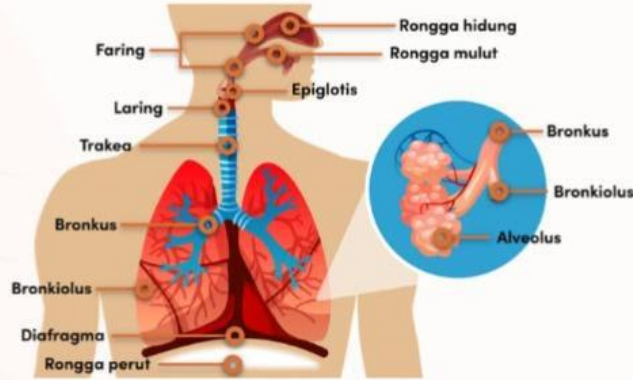
Setelah penyaringan di rongga hidung, udara kemudian masuk melewati tenggorokan. Tenggorokan terdiri dari dua saluran, yakni saluran pencernaan serta saluran pernapasan. Fungsi dari tenggorokan dalam sistem pernapasan adalah sebagai medium keluar masuk udara. Saat udara melewati tenggorokan, pita suara yang terdapat di organ ini bergetar dan menghasilkan suara.

3. Laring

Laring merupakan tempat pita suara. Organ ini terletak di bawah persimpangan saluran faring yang membelah menjadi trakea dan kerongkongan. Di laring terdapat dua pita suara yang akan terbuka saat bernapas dan tertutup ketika memproduksi suara. Ketika bernapas, udara akan masuk melewati pita suara yang berhimpitan, sehingga bergetar dan menghasilkan suara.



Materi



4. Trakea

Trakea atau batang tenggorokan terletak di depan kerongkongan. Trakea berfungsi sebagai jalan utama udara atau oksigen menuju paru-paru. Organ yang satu ini berbentuk seperti tabung berongga dengan panjang sekitar 10 cm dan diameter kurang dari 2,5 cm.

5. Bronkus

Bronkus berfungsi sebagai penyedia jalan bagi udara terhirup yang masuk dan keluar dari dan ke paru-paru. Bronkus mempunyai struktur yang persis seperti batang tenggorokan, bedanya terletak pada kehadiran tulang rawan di cabang batang tenggorokan mempunyai bentuk yang tidak teratur.

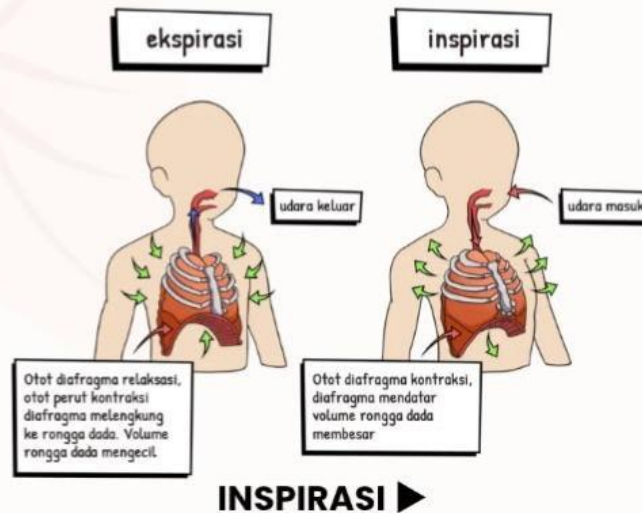
6. Paru-paru

Paru-paru terletak pada bagian atas rongga dada. Di bagian bawahnya terdapat diafragma dan di samping terdapat tulang rusuk. Paru-paru terbentuk dari kehadiran alveolus yang berfungsi untuk menerima udara dari bronkiolus, serta sebagai tempat bertukarnya antara O_2 dan CO_2 .



Materi Interaktif

2. Mekanisme Pernapasan Manusia



Inspirasi adalah proses menghirup atau memasukkan udara dari luar tubuh ke dalam saluran pernapasan hingga mencapai paru-paru

Mekanisme: Otot-otot pernapasan (otot antartulang rusuk atau otot diafragma) mengalami kontraksi. Hal ini menyebabkan volume rongga dada membesar dan tekanan udara di dalam paru-paru menurun menjadi lebih rendah daripada tekanan udara di luar. Akibatnya, udara yang kaya akan oksigen mengalir masuk ke dalam paru-paru.

Inspirasi selalu bersifat proses aktif karena membutuhkan kontraksi otot.

Pernapasan Dada:

1. Otot antar tulang rusuk luar (interkostal eksternal) berkontraksi.
2. Tulang rusuk dan tulang dada terangkat ke atas dan ke luar.
3. Volume rongga dada membesar.
4. Tekanan udara di dalam paru-paru menurun (lebih kecil dari tekanan udara luar).
5. Udara kaya oksigen (O_2) mengalir masuk ke paru-paru.

Pernapasan Perut:

1. Otot diafragma berkontraksi.
2. Diafragma yang semula melengkung berubah menjadi mendatar.
3. Volume rongga dada membesar.
4. Tekanan udara di dalam paru-paru menurun.
5. Udara masuk ke paru-paru.



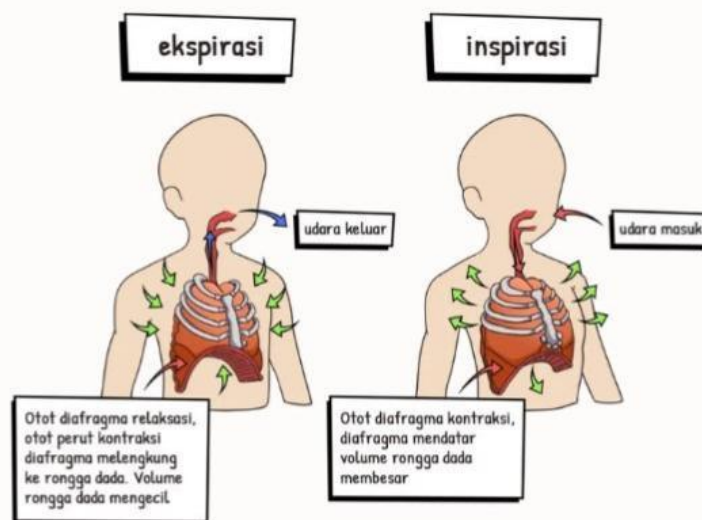
Materi Interaktif

2. Mekanisme Pernapasan Manusia

EKSPIRASI ►

Ekspirasi adalah proses menghembuskan atau mengeluarkan udara dari dalam paru-paru ke luar tubuh.

Mekanisme: Mekanisme Ringkas: Otot-otot pernapasan mengalami relaksasi (kembali ke posisi semula). Hal ini menyebabkan volume rongga dada mengecil dan tekanan udara di dalam paru-paru meningkat menjadi lebih tinggi daripada tekanan udara luar. Akibatnya, udara yang kaya akan karbon dioksida dan uap air terdorong keluar dari paru-paru.



Pada pernapasan normal, ekspirasi bersifat proses pasif karena tidak memerlukan kontraksi otot, melainkan daya elastis (recoil) jaringan paru.

Pernapasan Dada:

1. Otot antartulang rusuk luar berelaksasi (kembali ke posisi semula).
2. Tulang rusuk dan tulang dada turun ke bawah.
3. Volume rongga dada mengecil.
4. Tekanan udara di dalam paru-paru meningkat (lebih tinggi dari tekanan udara luar).
5. Udara kaya karbon dioksida (CO_2) terdorong keluar.

Pernapasan Perut:

1. Otot diafragma berelaksasi.
2. Diafragma kembali melengkung ke arah atas/rongga dada.
3. Volume rongga dada mengecil.
4. Tekanan udara di dalam paru-paru meningkat.
5. Udara terdorong keluar.



Materi Interaktif

3. Kualitas Udara dan Pernapasan

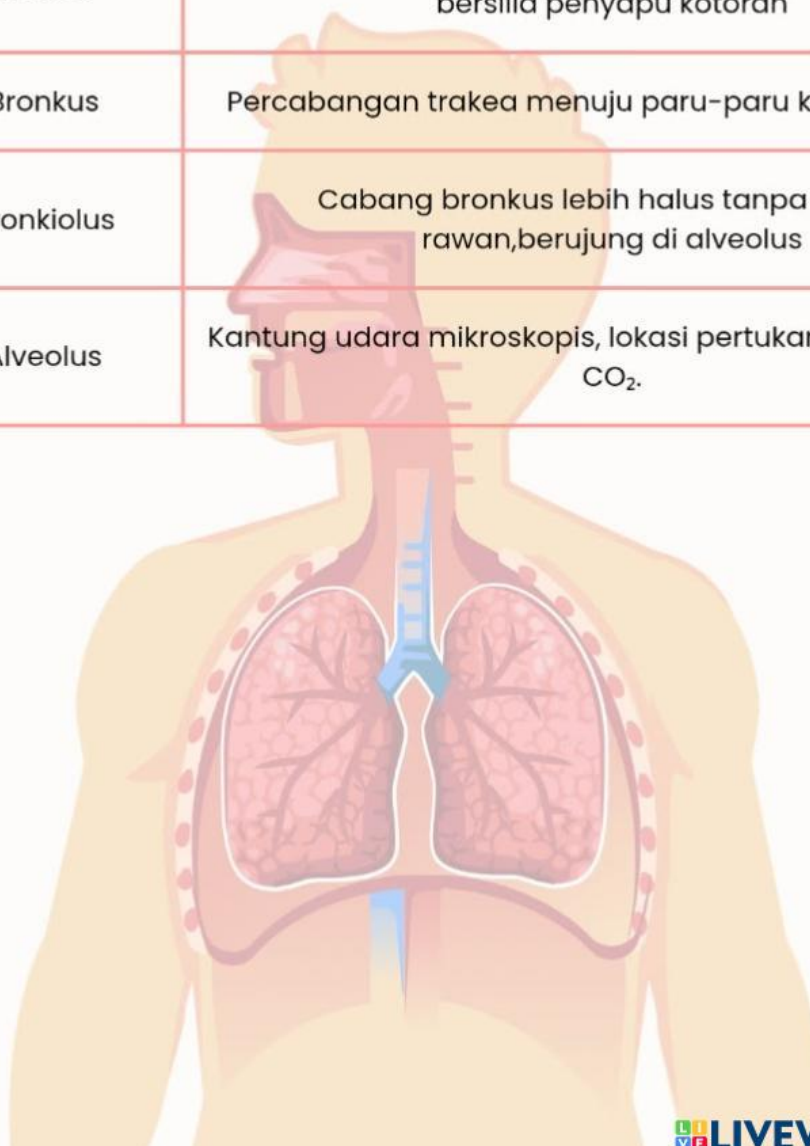
Kualitas udara berhubungan langsung dengan efisiensi dan kesehatan sistem pernapasan manusia. Udara yang terhirup membawa berbagai zat pencemar (pollutants) yang dapat merusak struktur serta fungsi organ pernapasan, mulai dari saluran pernapasan atas hingga alveolus. Udara yang mengandung debu, asap, atau partikel dapat berkaitan dengan kesehatan sistem pernapasan. Karena itu, teknologi sederhana dapat digunakan sebagai solusi untuk membantu penyaringan udara.



Mengorganisasi Murid

Bacalah materi singkat berikut secara berkelompok, lalu kerjakan soal analisis pada tahap penyelidikan!

No	Organ	Fungsi Utama
1.	Hidung	Menyaring , menghangatkan, dan melembapkan udara
2.	Faring	Persimpangan saluran pernapasan dan saluran pencernaan
3.	Laring	Menampung pita suara dan terdapat epiglottis pencegah makanan masuk ke dalam saluran pernapasan
4.	Trakea	Jalan utama udara menuju paru-paru dan dilapisi sel bersilia penyapu kotoran
5.	Bronkus	Percabangan trakea menuju paru-paru kanan dan kiri
6.	Bronkiolus	Cabang bronkus lebih halus tanpa tulang rawan, berujung di alveolus
7.	Alveolus	Kantung udara mikroskopis, lokasi pertukaran gas O_2 dan CO_2 .



Bioplan

2. Susunlah urutan jalannya udara pernapasan dari luar tubuh hingga tempat pertukaran gas (tuliskan berurutan).

Jawaban

3. Kuis: Organ berikut memiliki dua pita suara yang terbuka saat bernapas dan tertutup saat memproduksi suara. Organ ini disebut...

Laring

Trakea

Bronkiolus

Faring

4. Kuis: Struktur bercabang halus yang tidak memiliki tulang rawan dan berujung pada alveolus disebut...

Bronkus

Bronkiolus

Alveolus

Laring