



E-LKPD

MATERI SISTEM PERNAPASAN Berbasis *Problem-Based Learning*

UNTUK PESERTA DIDIK
Meningkatkan Keterampilan
Berpikir Kritis

Disusun Oleh:

Ahmad Farkhan Arrofiqi

Pembimbing:

Dr. Raharjo, M.Si.

Elma Sakinatus Sajidah, S.Si., M.Si., Ph.D.

XI
SMA

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, peneliti dapat menyusun E-LKPD ini. E-LKPD ini disiapkan dengan tujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami materi sistem pernapasan secara lebih baik serta melatih kemampuan Berpikir Kritis melalui pembelajaran berbasis *Problem-based learning*.

Peneliti menyadari bahwa proses pembelajaran memerlukan usaha dan dedikasi dari berbagai pihak, termasuk peserta didik, guru, dan orang tua. Dengan semangat peningkatan kualitas pembelajaran serta pengembangan keterampilan abad 21, peneliti menghadirkan E-LKPD berbasis *Problem-based Learning* (PBL). E-LKPD ini dirancang tidak hanya untuk menyampaikan materi sistem pernapasan, tetapi juga untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kemandirian belajar peserta didik.

Melalui E-LKPD berbasis PBL ini, peserta didik diharapkan dapat mengembangkan kemampuan menganalisis masalah kontekstual, menemukan solusi berdasarkan data dan konsep ilmiah, serta mengkomunikasikan hasil pemikiran secara runtut. Proses pembelajaran aktif dan kolaboratif menjadi kunci dalam menghadapi tantangan dunia pendidikan di era modern ini. Dengan demikian, E-LKPD ini dapat menjadi salah satu sarana inovatif untuk membantu peserta didik dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis sekaligus memahami konsep sistem pernapasan secara mendalam.

Akhir kata, peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung penyusunan E-LKPD ini. Semoga E-LKPD ini dapat memberikan manfaat bagi peserta didik, guru, maupun pihak lain yang ingin mencapai pembelajaran yang bermakna, kritis, dan mandiri.

Penulis

Ahmad Farkhan Arrofiqi

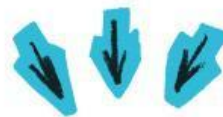
DAFTAR ISI

Halaman Sampul	
Prakata.....	i
Daftar Isi.....	ii
Petunjuk Penggunaan E-LKPD.....	1
Fitur E-LKPD.....	2
Ringkasan Materi.....	3
Lembar Kerja Peserta Didik Kegiatan 1.....	5
Lembar Kerja Peserta Didik Kegiatan 2.....	13
Glosarium.....	20
Daftar Pustaka.....	21

PENTUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) ini disusun untuk membantu peserta didik memahami materi Sistem Pernapasan Manusia secara lebih mendalam melalui pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL). E-LKPD ini dirancang sebagai sarana yang membantu peserta didik dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

E-LKPD dapat diakses menggunakan berbagai perangkat, seperti smartphone, tablet, laptop, maupun komputer, selama perangkat tersebut terhubung dengan jaringan internet. E-LKPD ini dikembangkan dalam bentuk lembar kerja elektronik yang dapat diakses secara daring (*online*) melalui *platform Liveworksheets*. Pemilihan *platform Liveworksheets* bertujuan untuk meningkatkan aksesibilitas, fleksibilitas, dan efektivitas pembelajaran, sehingga peserta didik dapat mengerjakan E-LKPD kapan saja dan di mana saja.



1. Bentuklah Kelompok yang beranggotakan 4-5 orang!
2. Siapkan Smartphone atau laptop dari tiap kelompok yang digunakan untuk mengerjakan!
3. Akses QR-Code E-LKPD yang telah diberikan oleh guru!
4. Lengkapi Identitas pada kolom yang telah disediakan!
5. Kerjakanlah LKPD sesuai dengan petunjuk yang diberikan!
6. Bacalah literatur dan sumber belajar yang telah diberikan guru!
7. Kerjakan semua aktivitas, pertanyaan, dan tugas yang ada pada setiap bagian E-LKPD secara berurutan!
8. Jika ada hal yang belum dipahami, silakan bertanya kepada guru atau berdiskusi dengan teman sekelompok!
9. buatlah kesimpulan dari jawaban yang telah anda berikan!
10. Setelah menjawab semua pertanyaan klik "Finish" untuk mengakhiri!

FITUR E-LKPD



BioNews

"Orientasi Peserta Didik terhadap Masalah"

BioNews menyajikan permasalahan kontekstual terkait gangguan sistem pernapasan melalui artikel atau ilustrasi untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dan membantu peserta didik menafsirkan informasi yang relevan. (Indikator: interpretasi)



BioQuest

"Mengorganisasi Peserta Didik untuk Belajar"

BioQuest berisi pertanyaan panduan untuk membantu peserta didik mengidentifikasi, memahami, dan menganalisis permasalahan serta merumuskan ide awal pemecahan masalah. (Indikator: analisis dan eksplanasi)



BioExplore

"Melakukan Penyelidikan Individu maupun Kelompok"

BioExplore memfasilitasi peserta didik dalam mencari, mengolah, dan menganalisis informasi secara mandiri maupun berkelompok dengan bimbingan guru. (Indikator: analisis dan evaluasi)



BioPresent

"Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya"

BioPresent memfasilitasi peserta didik menyusun dan menyajikan solusi berdasarkan hasil penyelidikan secara runtut dan logis. (Indikator: inferensi dan eksplanasi)



BioReflect

"Mengevaluasi Hasil Proses Pemecahan Masalah"

BioReflect mengarahkan peserta didik untuk mengevaluasi proses pembelajaran dan merefleksikan pemahaman yang diperoleh dalam konteks menjaga kesehatan sistem pernapasan. (Indikator: evaluasi dan self-regulation)

RINGKASAN MATERI

A. Pengertian dan Fungsi Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan (sistem respirasi) merupakan sistem organ yang berfungsi memfasilitasi pertukaran gas antara tubuh dan lingkungan, khususnya oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). Sistem Respirasi mencakup dua proses utama, yaitu respirasi ekstraseluler yang berlangsung di paru-paru dan respirasi intraseluler yang terjadi di dalam sel untuk menghasilkan energi.

Sistem pernapasan memiliki beberapa fungsi penting bagi tubuh, antara lain:

1. Pertukaran gas, yaitu memasukkan oksigen ke dalam darah dan mengeluarkan karbon dioksida hasil metabolisme;
2. Pengaturan pH darah, melalui pengendalian kadar CO_2 yang berhubungan dengan keseimbangan asam-basa;
3. Pertahanan tubuh, melalui produksi lendir dan kerja silia yang menangkap serta mengeluarkan partikel asing dan mikroorganisme;
4. Fungsi vokalisasi, yaitu menghasilkan suara melalui getaran pita suara di laring; serta
5. Fungsi metabolik dan endokrin, seperti aktivasi hormon dan enzim tertentu di kapiler paru-paru.

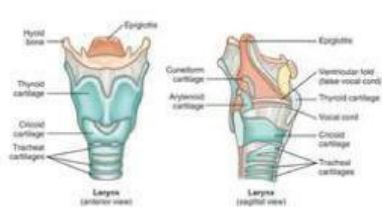
B. Struktur dan Fungsi Organ Pernapasan

Pertukaran gas hanya dapat terjadi apabila terdapat perbedaan tekanan antara udara lingkungan dan udara di dalam paru-paru. Oleh karena itu, sistem pernapasan tersusun atas beberapa organ yang saling terhubung dan bekerja secara berurutan.

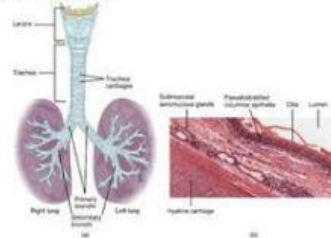
1. Hidung



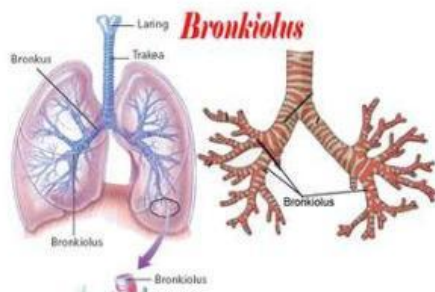
2. Faring dan Laring



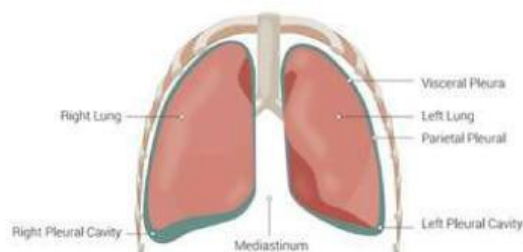
3. Trakea



4. Bronkus dan Bronkiolus



5. Paru-Paru



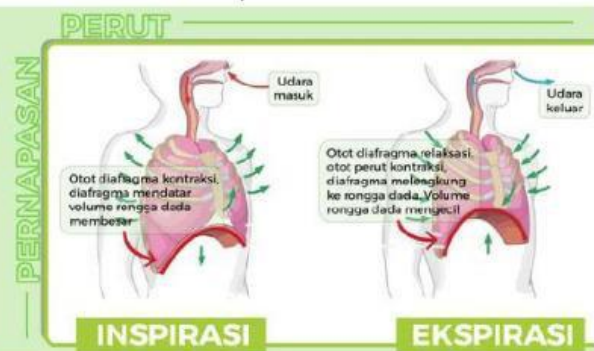
RINGKASAN MATERI

C. Mekanisme Pernapasan

Mekanisme Pernapasan Dada



Mekanisme Pernapasan Perut



D. Pertukaran dan Pengangkutan Gas

Pertukaran gas terjadi secara difusi berdasarkan perbedaan tekanan parsial gas. Oksigen berdifusi dari alveolus yang memiliki tekanan parsial tinggi ke kapiler darah yang memiliki tekanan parsial lebih rendah. Oksigen kemudian berikatan dengan hemoglobin dalam eritrosit membentuk oksihemoglobin dan diedarkan ke seluruh jaringan tubuh.

Karbon dioksida hasil metabolisme sel berdifusi dari jaringan ke darah dan diangkut ke paru-paru melalui tiga bentuk utama, yaitu sebagai ion bikarbonat ($\pm 70\%$), karbaminohemoglobin ($\pm 25\%$), dan asam karbonat ($\pm 5\%$). Di paru-paru, karbon dioksida dilepaskan dan dikeluarkan dari tubuh saat ekspirasi.

E. Gangguan pada Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan dapat mengalami berbagai gangguan yang memengaruhi proses pernapasan dan pertukaran gas. Gangguan tersebut antara lain sinusitis, influenza, anosmia, mimisan, faringitis, laringitis, dan asma. Gangguan ini dapat disebabkan oleh infeksi, reaksi alergi, faktor lingkungan, maupun kebiasaan hidup yang tidak sehat, dan dapat menghambat efisiensi sistem pernapasan.

Untuk menambah pengetahuan dan pemahaman lebih lanjut silahkan baca ringkasan materi yang lebih lengkap dan amati video yang telah disediakan sebagai sumber belajar. Akses materi dan video menggunakan Qr Kode Berikut ini !



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK KEGIATAN 1

"Eksplorasi Organ Sistem Pernapasan"

◆ Identitas E-LKPD

Mata Pelajaran : Biologi
Kelas/Fase/Semester : 11 / F / 1
Materi : Sistem Pernapasan
Pertemuan ke- : 1
Kelompok :
Anggota Kelompok :

◆ Alokasi Waktu



2 x 45 Menit / 2 Jam Pelajaran

◆ Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi organel di dalam sel; menerapkan prinsip-prinsip bioproses yang terjadi di dalam sel; menganalisis keterkaitan antar sistem organ dalam tubuh untuk merespons stimulus internal dan eksternal; menerapkan prinsip pewarisan sifat; mengaitkan mekanisme evolusi dengan proses terjadinya keanekaragaman dan kelangsungan hidup organisme; menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan, serta menganalisis proses bioteknologi modern.

◆ Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi struktur dan jaringan utama pada sistem pernapasan manusia, serta fungsi organ pernapasan.
2. Peserta didik mampu menganalisis dan menjelaskan hubungan antara mekanisme inspirasi–ekspirasi dengan efektivitas pertukaran gas di paru-paru.



"Indikator Berpikir Kritis Interpretasi"

Bacalah permasalahan pada bagian *BioNews* dengan saksama sebagai orientasi awal terhadap masalah yang akan dikaji!

Waspada Jerat Penyakit Pernapasan Imbas Polusi Udara Jakarta



Sumber : <https://tirto.id/waspada-jerat-penyakit-pernapasan-imbas-polusi-udara-jakarta-gNVY>

Sejak pindah ke Jakarta, Ayesha yang baru berusia sembilan bulan sering mengalami batuk, pilek, dan demam hampir setiap bulan. Padahal, saat tinggal di Indramayu sebelumnya, ia jarang sakit. Kondisi ini membuat dokter menduga bahwa polusi udara di Jakarta menjadi penyebab utama gangguan kesehatan Ayesha. Kasus serupa ternyata banyak terjadi di ibu kota, di mana kualitas udara yang buruk berhubungan dengan meningkatnya masalah kesehatan pernapasan.

Dokter paru menjelaskan bahwa polusi udara dapat mengiritasi saluran pernapasan, sehingga memicu penyakit seperti asma, bronkitis, hingga penyakit paru obstruktif kronis (PPOK). Anak-anak, lansia, dan penderita penyakit pernapasan termasuk kelompok yang paling rentan karena saluran napas mereka lebih mudah terpengaruh oleh paparan polutan. Data Dinas Kesehatan DKI Jakarta bahkan menunjukkan adanya peningkatan kasus gangguan pernapasan. Dari Januari hingga Juli 2023, tercatat lebih dari 3.300 jiwa meninggal akibat penyakit pernapasan, sementara jumlah pasien pneumonia meningkat tajam dari 1.068 kasus pada Juni menjadi 1.770 kasus pada Juli.

Dampak polusi udara tidak hanya terbatas pada kesehatan, tetapi juga membawa beban ekonomi yang besar. Biaya perawatan pasien penyakit pernapasan akibat polusi ditanggung oleh BPJS Kesehatan, dan jumlahnya terus meningkat seiring bertambahnya kasus. Para ahli juga memperingatkan bahwa polusi udara dapat memicu penyakit lain yang lebih serius, seperti kanker paru, stroke, hingga gangguan jantung.

Melihat fakta tersebut, masyarakat diimbau untuk lebih peduli terhadap kualitas udara dan melindungi diri dengan perilaku hidup sehat, misalnya menggunakan masker saat udara buruk atau mengurangi aktivitas luar ruangan. Selain itu, dukungan terhadap upaya pemerintah dalam mengurangi pencemaran udara sangat penting agar kualitas udara membaik dan kesehatan masyarakat, terutama saluran pernapasan, tetap terjaga.

Sumber diadaptasi dari : <https://tirto.id/waspada-jerat-penyakit-pernapasan-imbas-polusi-udara-jakarta-gNVY>

Setelah membaca permasalahan tersebut, lanjutkan kegiatan dengan mengidentifikasi permasalahan utama yang berkaitan dengan sistem pernapasan!



"Mengorganisasi Peserta Didik Untuk Belajar"

"Indikator Berpikir Kritis Analisis dan Ekxplanasi"

- **Bergabunglah dengan kelompok kalian!**
- **Bacalah dan diskusi bersama kelompok terkait masalah yang disajikan pada Fitur *BioNews*!**
- **Setelah membaca berita yang telah disajikan, kemudian jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini !**

1. Berdasarkan bahan bacaan di atas, identifikasi permasalahan yang terdapat pada sumber tersebut dan rumuskan masalah yang ditemukan!

2. Bagian mana dari sistem pernapasan yang paling mungkin terdampak langsung oleh polutan udara?

2. Bagian mana dari sistem pernapasan yang paling mungkin terdampak langsung oleh polutan udara?

3. Menurut kalian, apa fungsi organ pernapasan seperti hidung dan paru-paru dalam melindungi tubuh dari udara yang tercemar?

4. Mengapa anak-anak seperti Ayesha lebih rentan mengalami gangguan pernapasan ketika terpapar polusi udara dibandingkan orang dewasa? Kaitkan dengan kapasitas paru dan mekanisme pernapasannya

5. Berdasarkan data jumlah pasien pneumonia yang meningkat, menurutmu, apa masalah utama yang harus dipelajari untuk memahami kaitan polusi dengan kesehatan pernapasan?

Untuk menjawab permasalahan polusi udara yang berdampak pada sistem pernapasan, kita perlu memahami struktur organ pernapasan, jaringan epitel, serta faktor yang dapat merusaknya. Sekarang, mari kita melakukan kegiatan eksplorasi untuk menemukan jawaban dari masalah tersebut!



"Indikator Berpikir Kritis Analisis dan Evaluasi"

Petunjuk Kegiatan!

Lakukan kegiatan penyelidikan berikut untuk mengamati struktur organ sistem pernapasan manusia menggunakan Platform *BioDigital Human*!



1. Pindai Qr Code Berikut ini!
2. Amati dengan seksama organ utama sistem pernapasan yang ada, bentuk, warna dan posisi organ!
3. Klik setiap organ untuk melihat nama dan deskripsi singkatnya!
4. Catat hasil pengamatanmu dalam tabel berikut dengan menjelaskan nama organ, ciri visual yang diamati, dan fungsi organ berdasarkan hasil penyelidikanmu!

Nama Organ	Ciri Visual yang Diamati	Fungsi



"Pemecahan Masalah Dan Menyajikan Hasil"
"Menganalisis Hasil Proses Pemecahan Masalah"

"Indikator Berpikir Kritis Inferensi dan Eksplanasi"

Setelah mengetahui dan memahami organ pernapasan dan fungsinya. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan mencari informasi yang relevan dari sumber yang terpercaya !

1. Saat menarik napas, dada terasa mengembang. Apa yang sebenarnya terjadi pada otot diafragma dan otot antar tulang rusuk (interkostal)?

2. Pada penyakit PPOK, udara sulit keluar dari paru-paru. Menurutmu, bagian mana dari mekanisme pernapasan yang terganggu, dan mengapa?

Study Kasus

Di sebuah sekolah, 3 siswa mengalami gangguan pernapasan dengan gejala berbeda:

- Siswa A sering mengalami sesak napas ketika berolahraga, terutama di udara dingin. Dokter mendiagnosis ia menderita asma.
- Siswa B didiagnosis pneumonia, alveolusnya dipenuhi cairan sehingga sulit bernapas.
- Siswa C sering terkena flu berat karena kebiasaan tidak memakai masker di musim hujan.

3. Menurutmu, dari ketiga kondisi di atas, kasus siapa yang paling berbahaya terhadap pertukaran gas di alveolus? Nilailah dengan alasan ilmiah berdasarkan fungsi organ pernapasan.

4. Jika alveolus mengalami kerusakan sehingga dindingnya menebal, apa yang akan terjadi pada proses pertukaran gas (O_2 dan CO_2) di paru-paru?

Berdasarkan kegiatan yang telah kalian lakukan, buatlah kesimpulan terkait hasil diskusi kelompok, berdasarkan rumusan masalah yang kalian buat..

Setelah selesai menyimpulkan presentasikan hasil diskusi kalian di depan kelas !



**"Indikator Berpikir Kritis Evaluasi dan Self-Regulation"**

Setelah kalian belajar bertahap dan berlanjut melalui kegiatan belajar di atas. Jawablah dengan jujur terkait dengan penguasaan materi dan pengalaman belajar yang kalian dapatkan.

1. Apa Hal menarik yang kalian temukan pada kegiatan pembelajaran kali ini?

2. Apa Kendala yang kalian alami selama proses pembelajaran? jika ada bagaimana kalian menyelesaikannya.

3. Jika kamu mengerjakan kegiatan ini kembali, apa yang akan kamu perbaiki agar hasil belajarmu lebih baik?

4. Apa manfaat yang kamu peroleh dari pembelajaran ini dalam kehidupan sehari-hari, khususnya terkait menjaga kesehatan sistem pernapasan?