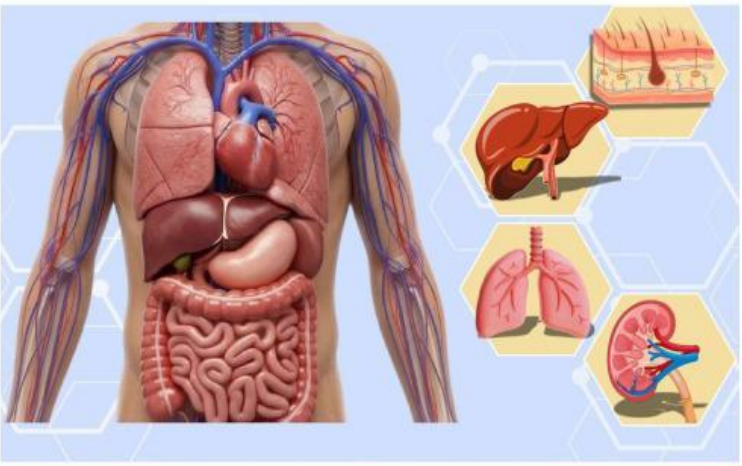
MAGISTER PENDIDIKAN IPA
PASCASARJANA
UNIVERSITAS JAMBI

MERDEKA BELAJAR



E-LKPD SISTEM EKSKRESI MANUSIA

berbasis Problem Based Learning dengan Pendekatan Deep Learning

Penulis
Fitri Amelia, S.Pd
Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Dra. Wilda Syahri, M.Pd
Dr. Afreni Hamidah, S.Pt., M,Si

Kelas
XI
SMA/MA

Kurikulum Merdeka MERDEKA BELAJAR

Kata Pengantar

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi Sistem Ekskresi Manusia untuk peserta didik kelas XI Fase F Sekolah Menengah Atas

E-LKPD ini dikembangkan sebagai media pembelajaran yang terintegrasi dengan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan *Deep Learning*. Pengembangan E-LKPD bertujuan untuk memfasilitasi peserta didik dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui kegiatan pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan bermakna. Penyusunan E-LKPD didasarkan pada analisis kurikulum serta disesuaikan dengan capaian pembelajaran yang harus dicapai oleh peserta didik. Melalui penerapan model PBL, peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan sistem ekskresi manusia. Sementara itu, pendekatan *Deep Learning* diwujudkan melalui fitur *BioJoy*, *BioMind*, dan *BioMean* yang dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan (*Joyful learning*), berkesadaran (*Mindful learning*), dan bermakna (*Meaningful learning*). Melalui berbagai kegiatan yang disajikan dalam E-LKPD ini, peserta didik diharapkan mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, mengembangkan kemampuan berpikir kritis.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Prof. Dr. Dra. Wilda Syahri, M.Pd dan ibu Dr. Afreni Hamidah, S.Pt., M.Si sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan petunjuk yang jelas, sehingga mempermudah penulis menyusun E-LKPD. Terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung selesainya E-LKPD ini tepat waktu. Penulis menyadari bahwa E-LKPD ini masih memiliki keterbatasan sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga E-LKPD ini dapat bermanfaat bagi guru dan peserta didik dalam menciptakan pembelajaran biologi yang lebih aktif, menarik, dan bermakna

Jambi, 2026

Fitri Amelia, S.Pd

LIVEWORKSHEETS

Daftar isi

Kata Pengantar ii

Daftar Isi iii

Deskripsi E-LKPD 1

Petunjuk Penggunaan E-LKPD 3

Capaian Pembelajaran (CP) 4

Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) 4

Tujuan Pembelajaran 5

Peta Konsep 5

Kegiatan Pembelajaran 1: Kulit 6

- Sintak 1. Orientasi Pada Masalah (*BioJoy*, *BioMean*) 7
- Sintak 2. Mengorganisasikan Peserta Didik Untuk Belajar 8
- Sintak 3. Membimbing Penyelidikan (*BioMean*, *BioMind*) 9
- Sintak 4. Mengembangkan Dan Menyajikan Hasil 12
- Sintak 5. Analisis Dan Evaluasi Pemecahan Masalah (*BioMean*, *BioMind*) 12

Latihan 1 15

Daftar Rujukan 16

Glosarium 17

Profil Pengembang 18

Dekripsi E-LKPD Berbasis PBL dan pendekatan *Deep Learning*

E-LKPD berbasis PBL dengan pendekatan *deep learning* pada materi sistem ekskresi manusia disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dan pendekatan deep learning. Uraian sintaks PBL dan pendekatan *deep learning* pada E-LKPD ini adalah sebagai berikut.

1 Orientasi peserta didik pada masalah

mengamati permasalahan nyata dan mengidentifikasi fakta-fakta penting berdasarkan pengetahuan awal yang mereka miliki. Kegiatan ini bertujuan membangkitkan rasa ingin tahu serta membantu peserta didik merumuskan masalah yang akan diselidiki.

2 Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar

Peserta didik berdiskusi untuk menentukan tujuan penyelidikan, membagi tugas, dan menyusun rencana kerja kelompok. Mereka mengidentifikasi informasi yang telah diketahui dan hal-hal yang masih perlu dipelajari untuk menjawab masalah.

3 Membimbing Penyelidikan Individu dan Kelompok

Peserta didik mengumpulkan informasi melalui berbagai sumber belajar, eksperimen, pengamatan, dan diskusi kelompok. Data yang diperoleh digunakan untuk menguji hipotesis dan menjawab rumusan masalah yang telah disusun.

4 Mengembangkan dan Menyajikan Hasil

Peserta didik menyusun hasil penyelidikan dalam bentuk poster, infografis, atau presentasi sebagai sarana untuk mengomunikasikan hasil analisis dan solusi terhadap permasalahan yang dikaji

5 Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Penyelidikan

peserta didik merefleksikan proses dan hasil penyelidikan yang telah dilakukan serta mengevaluasi solusi berdasarkan bukti yang diperoleh.

LIVEWORKSHEETS

Dekripsi E-LKPD Berbasis PBL dan pendekatan *Deep Learning*

E-LKPD ini menerapkan pendekatan **Deep Learning** yang berfokus pada pembelajaran mendalam melalui pengalaman belajar yang menyenangkan (*Joyful Learning*), bermakna (*Meaningful Learning*), dan berkesadaran (*Mindful Learning*). Ketiga elemen tersebut direpresentasikan melalui fitur ***BioJoy***, ***BioMind***, dan ***BioMean*** untuk membantu peserta didik menghubungkan konsep sistem ekskresi dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Melalui penerapan ketiga elemen tersebut, peserta didik diharapkan tidak hanya memahami konsep secara mendalam, tetapi juga mampu menganalisis permasalahan nyata dan menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam berbagai konteks kehidupan.



BioJoy merupakan representasi dari elemen *Joyful Learning* atau pembelajaran menggembirakan. Fitur ini dirancang untuk membangun rasa ingin tahu dan meningkatkan keterlibatan emosional peserta didik dalam pembelajaran biologi. Pada E-LKPD, *BioJoy* disajikan dalam bentuk fakta unik, fenomena menarik, pertanyaan pemantik, maupun aktivitas "mitos atau fakta" yang dekat dengan kehidupan sehari-hari peserta didik

BioMind yang merepresentasikan elemen *Mindful Learning* atau pembelajaran berkesadaran. Fitur ini bertujuan melatih kemampuan berpikir kritis, penalaran ilmiah, serta refleksi peserta didik terhadap proses berpikir yang mereka lakukan selama pembelajaran. Pada fitur *BioMind*, peserta didik tidak hanya diminta menjawab pertanyaan, tetapi juga menjelaskan alasan ilmiah, menganalisis hubungan sebab-akibat, dan mengevaluasi hasil penyelidikan yang telah dilakukan.





BioMean merupakan representasi dari elemen *Meaningful* Learning atau pembelajaran bermakna. Fitur ini bertujuan membantu peserta didik menghubungkan konsep biologi dengan kehidupan nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih relevan dan memiliki makna bagi kehidupan mereka. Dalam E-LKPD, *BioMean* disajikan melalui pertanyaan reflektif dan aktivitas yang mendorong peserta didik menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam kehidupan sehari-*hari*.

Petunjuk Penggunaan E-LKPD

- Pastikan perangkat yang anda gunakan memiliki koneksi internet yang baik
- Gunakan ikon ini untuk memutar video pembelajaran
- Gunakan ikon ini untuk menjeda atau menghentikan video pembelajaran
- Gunakan ikon ini untuk mengatur volume audio pada e-LKPD
- Gunakan ikon untuk menuliskan jawaban, hasil pengamatan atau pendapat anda sesuai dengan petunjuk yang diberikan
- Gunakan ikon ini untuk mengakses google drive
- Klik ikon ini jika anda telah menyelesaikan e-LKPD
- Klik ikon ini jika ingin mengcek kemballi jawaban pada e-LKPD
- Klik ikon ini jika kalian telah yakin menyelesaikan e-LKPD.

Setelah kamu mengklik ikon , isilah data pada lembar validasi dengan lengkap. Tuliskan nama kelompok pada kolom Full Name, kelas pada kolom Group/Level, nama sekolah pada kolom School Subject, serta alamat email atau kode kunci yang diberikan guru pada kolom Teacher's Email or Key Code. Setelah semua data terisi, klik tombol Submit untuk mengirimkan jawaban.

LIVEWORKSHEETS

Capaian pembelajaran

Peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta bioproses yang terjadi, seperti transpor membran dan pembelahan sel; **menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya, serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut;** memahami fungsi enzim dan mengenal proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh; serta memiliki kemampuan menerapkan konsep pewaDonin sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi teknologi biologi.

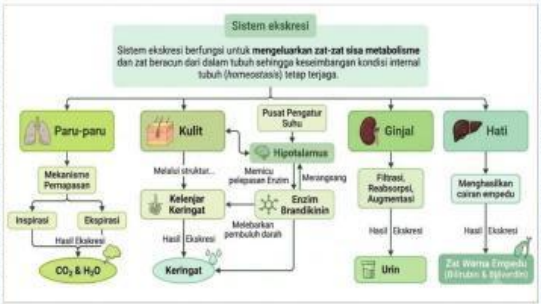
Alur tujuan Pembelajaran

Materi	Tujuan Pembelajaran (TP)	IKTP
Struktur dan Fungsi Ginjal	Melalui analisis studi kasus dan kegiatan penyelidikan yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur ginjal dan nefron dengan fungsinya sebagai organ ekskresi pada manusia berdasarkan bukti hasil penyelidikan.	1. Menganalisis struktur ginjal dan nefron 2. Menganalisis hubungan struktur ginjal dengan fungsi ekskresi.
Pembentukan Urine	Melalui analisis data dan kegiatan penyelidikan yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur nefron dengan mekanisme pembentukan urine melalui proses filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi berdasarkan bukti yang diperoleh.	3. Menganalisis tahapan pembentukan urine. 4. Menganalisis keterkaitan struktur nefron dengan tahapan pembentukan urine.
Struktur dan Fungsi Hati	Melalui analisis studi kasus dan kegiatan penyelidikan yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur hati dengan fungsinya sebagai organ ekskresi melalui pembentukan urea dan pengeluaran pigmen empedu berdasarkan bukti hasil penyelidikan.	5. Menganalisis fungsi hati sebagai organ ekskresi. 6. Menganalisis proses pembentukan urea dan pengeluaran pigmen empedu.
Struktur dan Fungsi Paru-paru	Melalui analisis studi kasus dan kegiatan penyelidikan yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur paru-paru dengan fungsinya sebagai organ ekskresi dalam pengeluaran CO_2 dan H_2O hasil metabolisme berdasarkan bukti hasil penyelidikan.	7. Menganalisis struktur dan fungsi paru-paru sebagai organ ekskresi. 8. Menganalisis proses pengeluaran CO_2 dan H_2O.
Struktur dan Fungsi Kulit	Melalui analisis studi kasus dan kegiatan penyelidikan yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur kulit dengan mekanisme pembentukan dan pengeluaran keringat sebagai proses ekskresi berdasarkan bukti hasil penyelidikan.	9. Menganalisis struktur kulit yang berperan dalam ekskresi. 10. Menganalisis mekanisme pembentukan keringat.

Tujuan Pembelajaran

1. Melalui analisis studi kasus yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur kulit (epidermis, dermis, dan hipodermis) dengan fungsinya sebagai organ ekskresi berdasarkan bukti hasil penyelidikan secara tepat.
2. Melalui kegiatan penyelidikan dan eksperimen yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis mekanisme pembentukan dan pengeluaran keringat serta perannya dalam menjaga homeostasis tubuh berdasarkan data hasil pengamatan secara tepat.
3. Melalui analisis studi kasus dan kegiatan penyelidikan yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur paru-paru dengan fungsinya sebagai organ ekskresi berdasarkan hasil penyelidikan secara tepat.
4. Melalui analisis data dan diskusi yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis mekanisme pengeluaran karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O) hasil respirasi seluler serta hubungannya dengan proses ekskresi berdasarkan bukti yang diperoleh secara tepat.
5. Melalui analisis studi kasus dan kegiatan penyelidikan yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur ginjal dan nefron dengan fungsinya dalam pembentukan urin berdasarkan hasil penyelidikan secara tepat.
6. Melalui analisis data dan diskusi yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis mekanisme pembentukan urin melalui proses filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi serta peran ginjal dalam menjaga homeostasis tubuh berdasarkan bukti yang diperoleh secara tepat.
7. Melalui analisis studi kasus dan kegiatan penyelidikan yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur hati dengan fungsinya sebagai organ ekskresi berdasarkan hasil penyelidikan secara tepat.
8. Melalui analisis data dan diskusi yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis peran hati dalam pembentukan empedu, detoksifikasi zat berbahaya, pengubahan amonia menjadi urea, serta perombakan eritrosit yang menghasilkan pigmen empedu berdasarkan bukti yang diperoleh secara tepat.

Peta Konsep



LIVEWORKSHEETS

Kurikulum Merdeka MERDEKA BELAJAR

Struktur dan Fungsi Paru-Paru



Identitas kelompok

Kelas :
Nama anggota kelompok :

Capaian pembelajaran

Peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta bioproses yang terjadi, seperti transpor membran dan pembelahan sel; **menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya, serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut;** memahami fungsi enzim dan mengenal proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh; serta memiliki kemampuan menerapkan konsep pewaDonin sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi teknologi biologi.

Tujuan pembelajaran

1. Melalui analisis studi kasus dan kegiatan penyelidikan yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur paru-paru dengan fungsinya sebagai organ ekskresi berdasarkan hasil penyelidikan secara tepat.
2. Melalui analisis data dan diskusi yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis mekanisme pengeluaran karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O) hasil respirasi seluler serta hubungannya dengan proses ekskresi berdasarkan bukti yang diperoleh secara tepat.

LIVEWORKSHEETS

Sebelum memulai kegiatan pembelajaran, bacalah dan pahami terlebih dahulu materi yang tersedia pada barcode. Pemahaman awal ini akan membantu Anda mengikuti setiap tahap pembelajaran, mulai dari mengamati fenomena, menghubungkan konsep dengan permasalahan, hingga menganalisis dan mengevaluasi solusi secara kritis



BioJoy (Joyful)

Hembuskan napasmu ke punggung tanganmu. Apa yang kamu rasakan? Sekarang hembuskan ke kaca atau permukaan datar yang dingin di sekitarmu. Apa yang terjadi?. Guru biologimu mungkin pernah berkata: "Setiap hari, paru-paru kalian membuang sekitar 400 mL air dalam bentuk uap hampir setara dua gelas air minum". Apakah pernyataan itu mengejutkanmu? **(*Situation*)**

Sintak 1 : Orientasi Masalah

Napas yang Berkabut



Perhatikan gambar di atas!

Zahra sedang mengikuti lomba karya tulis ilmiah di sebuah gedung yang menggunakan pendingin udara (AC). Saat menunggu giliran, ia mengembuskan napas ke kaca jendela dan melihat permukaan kaca tersebut menjadi berkabut. Beberapa saat kemudian, ketika berada di luar gedung pada pagi yang dingin, Zahra kembali mengamati bahwa napasnya tampak seperti asap yang keluar dari mulutnya. Fenomena tersebut membuat Zahra penasaran. Ia mulai bertanya-tanya, mengapa napas dapat terlihat seperti asap pada kondisi tertentu? Apakah zat yang tampak tersebut berasal dari udara yang dihirup atau merupakan hasil proses yang terjadi di dalam tubuh?

sumber : https://askdruniverse.wsu.edu/2021/02/26/mirrors-fog-breathe/

LIVEWORKSHEETS



BioMind (*Mindful*)

Analisis Awal Kasus (*Reason*)

Berdasarkan kasus "Napas yang Berkabut", diskusikan bersama kelompokmu lalu jawablah pertanyaan berikut berdasarkan pengetahuan awal yang kalian miliki.

Beberapa orang berpendapat bahwa uap yang terlihat saat mengembuskan napas pada udara dingin berasal dari udara di lingkungan sekitar, sedangkan yang lain berpendapat bahwa uap tersebut berasal dari proses yang terjadi di dalam tubuh. Menurutmu, pendapat manakah yang lebih tepat? Jelaskan alasanmu berdasarkan pengetahuan yang kamu miliki.

Perumusan Masalah (*Focus*)

Setelah mengamati dan menganalisis fenomena pada gambar, diskusikan bersama kelompokmu untuk menyusun satu rumusan masalah utama yang akan menjadi fokus penyelidikan. Rumusan masalah disusun dalam bentuk pertanyaan dan diawali dengan kata tanya "Bagaimana" atau "Mengapa".

Rumusan Masalah (*Focus*):

Sintak 2	Mengorganisasi Peserta Didik



BioMind (*Mindful*) - Jejak Belajar

Sebelum memulai penyelidikan, diskusikan bersama kelompokmu tentang apa yang sudah kalian ketahui dan hal-hal yang ingin kalian cari tahu melalui kegiatan penyelidikan.

.

Sudah Tahu	Ingin Tahu
Tuliskan pengetahuan awal atau pengalaman yang sudah kalian ketahui tentang materi	Tuliskan pertanyaan atau hal yang ingin kalian ketahui melalui kegiatan penyelidikan.

Berdasarkan Rumusan masalah yang dibuat, diskusikan hipotesis apa yang tepat untuk menjawab rumusan masalah tersebut pada kolom berikut!. (***Inference***)

Hipotesis T

LIVEWORKSHEETS

Pembagian Tugas Penyelidikan

Anggota	Fokus Penyelidikan



***BioJoy* (*Joyful*) - Fakta Menakjubkan**

Setiap kali kamu menghembuskan napas, sekitar 200 mL CO_2 dan 16 mL H_2O verluar dari tubuhmu. Dalam satu hari, paru-parumu membuang hampir 400 LITER CO_2 seperti lebih dari 200 botol air mineral 2 liter! Dan ini dilakukan oleh sekitar 700 JUTA alveolus dengan total luas permukaan ±70 m^2 setara dengan lapangan bulu tangkis. Paru-Paru ia bekerja tanpa henti, setiap detik, selama kamu hidup.

Sintak 3 Membimbing Penyelidikan Individual & Kelompok

Pada tahap ini, kamu akan melakukan penyelidikan untuk menguji hipotesis yang telah disusun. Gunakan berbagai sumber belajar seperti video, artikel ilmiah, atau buku untuk mengumpulkan informasi yang relevan. Diskusikan bersama kelompokmu, kemudian isilah tabel berikut secara sistematis dan berbasis bukti.

Penyelidikan 1: Asal dan Proses Terbentuknya Uap Napas



amati video yang tersedia. Kemudian catat informasi yang kamu temukan dalam kolom berikut berikut.

Berdasarkan video yang telah kamu amati, tuliskan proses ekskresi pada paru-paru pada kolom berikut.

Isilah tabel berdasarkan hasil pengamatan video dan kajian sumber yang telah kamu lakukan. Jawaban harus berupa penjelasan yang logis dan didukung oleh sumber yang jelas.

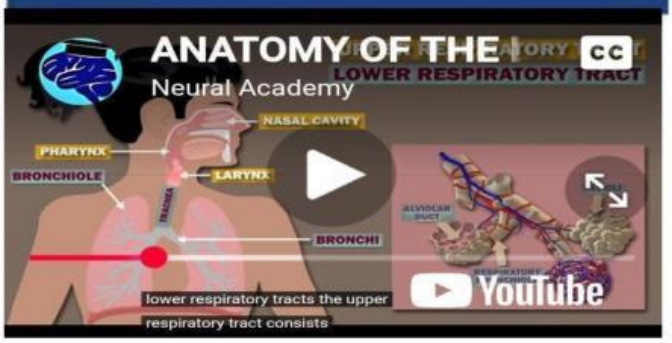
Berdasarkan hasil analisismu, dari mana sebenarnya uap yang terlihat pada napas Zahra berasal?

LIVEWORKSHEETS

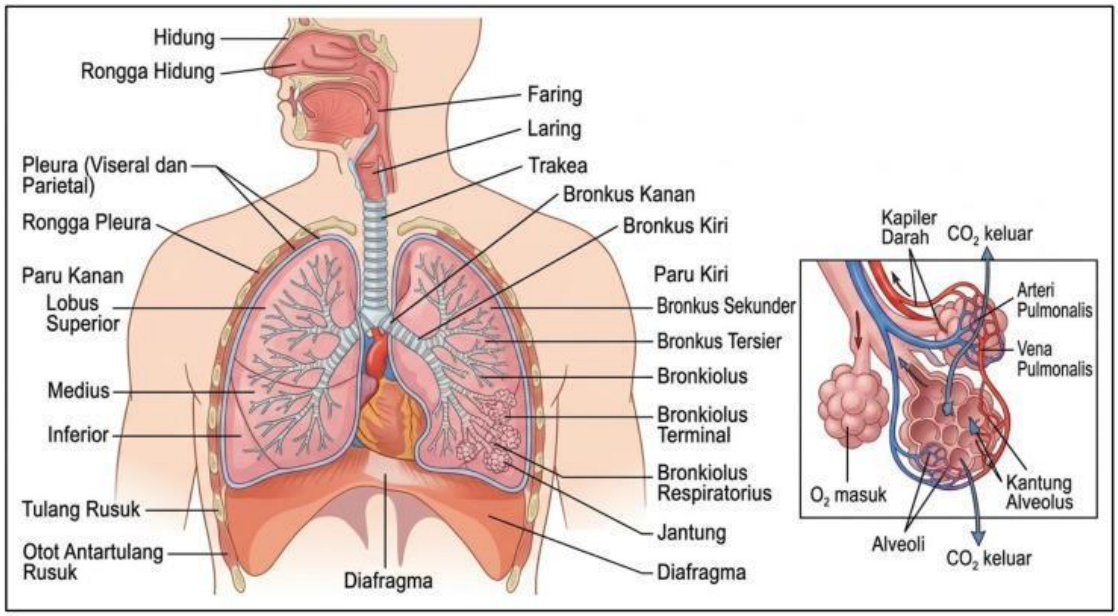
Apakah uap napas hanya terlihat pada saat berada di lingkungan dingin saja?

Bandingkan pemahaman awalmu dengan hasil penyelidikan yang telah dilakukan. Apakah terjadi perubahan pemahaman? Jelaskan

Penyelidikan 2: Peran Struktur Paru-Paru



Amati sumber belajar (video dan gambar) yang disediakan. Identifikasi bagain-bagian struktur paru-paru. Jelaskan peran struktur tersebut dalam proses pertukaran zat (CO_2 dan H_2O) pada tabel berikut.



Gambar 1. struktur organ paru-paru

LIVEWORKSHEETS

Tabel Analisis Struktur-Fungsi paru-paru dalam Ekskresi CO_2 dan H_2O *Reason*).

Struktur Paru-Paru	Peran dalam Proses ekskresi CO_2 dan H_2O
Trakea	
Bronku dan Bronkiolus	
Bronkiolus terminal dan bronkiolus respiratorius	
alveolus	

Berdasarkan tabel yang telah kamu isi, pilihlah struktur paru-paru mana yang menurutmu paling berpengaruh pada proses pertukaran zat dan jelaskan!

Jika manusia hanya memiliki sedikit Alveolus tetapi ukurannya lebih besar, apakah proses pertukaran zat akan tetap optimal?

Penyelidikan 3 ; Uap Napas sebagai Hasil Ekskresi



BioJoy (Joyful)

Saatnya kamu menjadi ilmuwan! Melalui dua eksperimen sederhana berikut, kamu akan mengumpulkan bukti langsung bahwa napas manusia mengandung uap air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2), yang merupakan hasil dari proses metabolisme dalam tubuh.

Eksperimen Mikro 1 — Membuktikan H_2O dalam Napas

Alat & Bahan:

1. Cermin / kaca bening / smartphone yang permukaannya dingin

Langkah Kerja:

1. Pastikan permukaan kaca/cermin dalam kondisi relative dingin
2. Hembuskan napas secara perlahan ke permukaan tersebut dari jarak ±5 cm.
3. Amati perubahan yang terjadi dalam 3-5 detik pertama
4. Diamkan selama ±30 detik, kemudian amati kembali.
5. Catat seluruh hasil pengamatan secara teliti.

Eksperimen Mikro 2 — Membuktikan CO_2 dalam Napas

Alat & Bahan:

1. Air putih dalam gelas bening
2. Sedotan
3. beberapa tetes indikator bromtimol biru / larutan air kapur (optional)

LIVEWORKSHEETS

Langkah Kerja

1. Tiupkan Napas Melalui Sedotan Ke Dalam Air Selama 1-2 Menit
2. Amati perubahan yang terjadi pada air
3. Jika menggunakan indikator :
   - Bromtimol Biru : Amati perubahan warna
   - Air Kapur : Amati terbentuknya kekeruhan
4. Bandingkan dengan air yang tidak ditiup
5. Catat hasil pengamatan secara teliti

Tabel Hasil dan analisis eksperimen

Eksperimen	Kondisi Awal (sebelum)	Perubahan yang Diamati	Zat yang Terbukti Ada
Eksperimen 1 (H_2O)	Permukaan Kaca jernih		
Eksperimen 2 (CO_2)	Air Jernih		

Berdasarkan perubahan yang terjadi pada kedua eksperimen serta zat yang terbukti, apa Kesimpulan ilmiah yang dapat kamu Tarik tentang kandungan zat dalam udara yang dihembuskan manusia?

Misalkan kamu melakukan eksperimen ini setelah berlari sprint 400 meter. Prediksi dan jelaskan: apakah jumlah H_2O dan CO_2 yang kamu hembuskan akan lebih banyak atau lebih sedikit dibanding saat istirahat? (***Situation***).

Sintak 4 **Mengembangkan & Menyajikan Hasil Karya**

Berdasarkan seluruh hasil penyelidikan yang telah kamu lakukan, buatlah *powerpoint*/poster yang menjawab pertanyaan utama: "Mengapa paru-paru termasuk organ ekskresi dan bagaimana paru-paru menghasilkan CO_2 dan H_2O

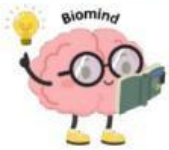
Poster wajib memuat informasi:

1. Gambar struktur organ paru-paru
2. Proses ekskresi pada paru-paru
3. Bukti eksperimen
4. Penyelesaian kasus "napas berkabut"
5. Kumpulkan poster pada tautan berikut : https://drive.google.com/drive/folders/1uesTanYV2eNF7xZGy6N2o84XCj47DuR8?usp=sharing

LIVEWORKSHEETS

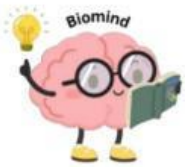
Sintak 5	**Analisis, Evaluasi & Refleksi**

Biomnd (*Mindful*) - Jejak Pemahaman



Setelah menyelesaikan kegiatan penyelidikan, setiap kelompok diharapkan merefleksikan perkembangan pemahamannya terhadap materi yang dipelajari. Gunakan tabel berikut untuk membandingkan pengetahuan awal, pertanyaan yang telah dirumuskan, dan pemahaman baru yang diperoleh berdasarkan hasil penyelidikan, diskusi, serta bukti yang ditemukan (***Overview*).**

Yang sudah kami Pahami	Yang Ingin Kami Selidiki	Pemahaman Baru Yang Kami Dapatkan



***BioMind* (*Mindful*) – Refelksi Pemahaman**

Kembali ke pilihanmu sebelum penyelidikan: apakah kamu setuju bahwa uap napas Zahra hanya uap biasa, Setelah seluruh penyelidikan ? apa yang paling mengejutkan atau mengubah cara berpikirmu tentang paru-paru sebagai organ ekskresi? **(*Overview*)**



***BioMind* (*Mindful*)**

Refleksi Mendalam (*Overview*)

Tidak ada jawaban yang salah. Yang dinilai adalah kejujuran dan kedalaman refleksimu. Tulis apa yang benar-benar kamu rasakan bukan yang kamu pikir ingin didengar guru.

Sebelum mengunakan E-LKPD ini, bagaimana kamu memahami paru-paru? Konsep apa yang paling mengejutkan atau mengubah cara pandangmu? Kenapa konsep itu mengubahmu?

LIVEWORKSHEETS

Bagian mana dari penyelidikan ini yang paling menantang bagi kelompokmu? Strategi apa yang paling efektif membantu kalian memahaminya bukan strategi membaca, tapi strategi berpikir? (*Situation*).

Evaluasi Klaim *Reason*)



***BioJoy* (*Joyful*)**
Saatnya menguji seberapa kuat argumenmu! Evaluasi klaim-klaim berikut menggunakan bukti ilmiah dari penyelidikanmu.

Klaim	Benar/salah/Benar Sebagian	Argumen Ilmiah Kami
"Paru-paru bukan organ ekskresi ia hanya organ pernapasan yang mengeluarkan udara sisa."		
" Uap di napas dingin adalah uap dari air yang kita minum bukan dari metabolisme."		
"Semakin sering dan semakin dalam bernapas, semakin banyak CO_2 berbahaya yang dibuang sehingga semakin sehat."		
"Alveolus yang besar (sedikit tapi besar) lebih efisien daripada alveolus yang kecil dan banyak."		

Tabel Refleksi Berpikir Kritis (*Overview*)

Pertanyaan Refleksi	Jawaban
Apa masalah inti dari kasus zahra yang berhasil kamu fokuskan hari ini? (1 kalimat, spesifik)	
Argumen ilmiah terkuat yang kamu gunakan dalam debat atau menjawab pertanyaan analisis?	
Kesimpulan paling mengejutkan yang kamu tarik dari seluruh penyelidikan?	
Faktor konteks apa yang paling penting kamu pertimbangkan dalam menganalisis kasus ini?	
Istilah ilmiah baru yang sudah kamu kuasai dengan baik? mana yang masih perlu diperkuat?	

LIVEWORKSHEETS

Latihan 2

Jawablah pertanyaan berikut dengan benar dan tepat

1. Bandingkan peran trakea, bronkus, dan alveolus dalam proses pengeluaran CO_2 dan H_2O. Analisislah mengapa alveolus menjadi bagian utama yang berperan dalam proses tersebut!
2. Seseorang berpendapat bahwa "semakin sering bernapas, maka tubuh semakin sehat karena lebih banyak CO_2 dikeluarkan." Analisis apakah pernyataan tersebut benar atau salah, sertakan alasan ilmiah berdasarkan konsep homeostasis!
3. Perhatikan bagan alur berikut!



Perhatikan bagan alur mekanisme pengeluaran CO_2 dan H_2O berikut. Analisislah proses yang terjadi pada label A sertakan alasan mengapa proses tersebut penting dalam membantu paru-paru menjalankan fungsinya sebagai organ ekskresi!

4. Alveolus memiliki dinding yang sangat tipis dan dikelilingi banyak pembuluh kapiler darah. Analisislah hubungan antara struktur alveolus dengan proses pada label A dalam membantu pengeluaran CO_2 dan H_2O dari tubuh!
5. Dua orang melakukan aktivitas yang berbeda. Orang A sedang beristirahat, sedangkan Orang B sedang berlari selama 30 menit. Analisislah perbedaan jumlah CO_2 dan H_2O yang dikeluarkan oleh kedua orang tersebut serta jelaskan faktor penyebabnya!

Setelah mengisi jawaban pada soal latihan, kirimkan hasil pekerjaanmu melalui barcode berikut. Selanjutnya, periksa kembali jawabanmu dengan mencermati soal yang dijawab benar maupun salah, serta pelajari jawaban yang tepat untuk setiap soal.

Jika seluruh kegiatan pada E-LKPD telah selesai, lanjutkan dengan mengerjakan soal evaluasi melalui barcode yang tersedia:

Daftar Rujukan

Alwiyah, F., Rudiyanto, W., Anggraini, D. I., & Windarti, I. (2024). Anatomi dan Fisiologi Ginjal: Tinjauan Pustaka. Medula, 14(2), 285–291.

Baker, L. B. (2019). Physiology of sweat gland function: The roles of sweating and sweat composition in human health. *Temperature, 6*(3), 211–259. https://doi.org/10.1080/23328940.2019.1632145

Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2010). *Biology: A global approach* (12th ed.). Pearson Education.

Firmansyah, R., Hendrawan, A. M., & Riandi, M. U. (2009). Mudah dan Aktif Belajar Biologi untuk Kelas XI Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

Handayani, S. (2021). Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia. Bandung: CV. Media Sains Indonesia.

Harissya, Z., Setiorini, A., Rahayu, M., Supriyanta, Mahata, B., Anida, A., Rahmawati, Panjaitan, D., Novelyn, S., Abdul, N., Nurlina, W. O., Putri, D., & Batubara, F. (2023). *Ilmu biomedik untuk perawat*. Eureka Media Aksara.

Hutagaol, R., Sukarna, A., Novia, S., Ridha, E., Rita, A., Septi, A., Rusdy, R., Padoli, P., Marlon, S., Meggy, K., Sisri, N., Made, N. M., Fathiya, Y., Fatimah, S., Safitri, R., Miskiyah, M., Hairunisyah, R., & Sanjaya, L. (2022). *Buku ajar anatomi fisiologi*. Zahir Publishing.

Kalakonda, A., Jenkins, B. A., & John, S. (2022). Physiology, Bilirubin. In StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. PMID: 29261920.

Khadijah, S., Astuti, T., Widaryanti, R., & Ratnaningsih, E. (2020). *Buku ajar anatomi & fisiologi manusia* (Edisi 1). Respati Press.

Ogobuiro, I., & Tuma, F. (2023). Physiology, Renal. In StatPearls, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. PMID: 30855923

Ramadhani, K., & Widyaningrum, R. (2022). *Dasar-dasar anatomi dan fisiologi tubuh manusia bagi mahasiswa gizi dan kesehatan*. UAD Press.

Rosida, A. (2016). Pemeriksaan Laboratorium Penyakit Hati. Berkala Kedokteran, 12(1), 123–131.

Sherwood, L. (2016). *Human physiology: From cells to systems* (9th ed.). Cengage Learning.

Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2017). *Principles of anatomy and physiology* (15th ed.). Wiley.

Widowati, H., & Rinata, E. (2020). *Buku ajar anatomi*. UMSIDA Press.

LIVEWORKSHEETS

Glosarium

Istilah	Definisi
Amonia (NH_3)	Zat sisa metabolisme protein yang bersifat racun dan diubah oleh hati menjadi urea sebelum dikeluarkan oleh ginjal.
Augmentasi	Tahap pembentukan urin berupa penambahan zat-zat sisa metabolisme dari darah ke dalam tubulus ginjal untuk dibuang bersama urin.
Empedu	Cairan yang dihasilkan hati yang berfungsi membantu pencernaan lemak dan mengeluarkan zat sisa metabolisme.
Eritrosit	Sel darah merah yang berfungsi mengangkut oksigen ke seluruh tubuh.
Ekskresi	Proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang tidak lagi diperlukan oleh tubuh.
Ekskret	Zat sisa metabolisme yang harus dikeluarkan dari tubuh karena tidak lagi digunakan oleh sel-sel tubuh.
Filtrasi	Tahap pertama pembentukan urin berupa proses penyaringan darah di glomerulus sehingga menghasilkan urin primer.
Ginjal	Organ ekskresi utama yang berfungsi menyaring darah dan membentuk urin.
Glomerulus	Anyaman kapiler darah pada nefron yang menjadi tempat terjadinya proses filtrasi.
Hati	Organ ekskresi yang berperan dalam pembentukan empedu, detoksifikasi, dan pembentukan urea.
Hipotesis	Dugaan sementara atau jawaban awal terhadap suatu permasalahan yang kebenarannya masih perlu dibuktikan melalui pengamatan, penyelidikan, atau eksperime
Homeostasis	Kemampuan tubuh mempertahankan kondisi internal agar tetap stabil meskipun terjadi perubahan lingkungan.
Kulit	Organ ekskresi yang berfungsi mengeluarkan keringat dan membantu mengatur suhu tubuh.
Kreatinin	Zat sisa metabolisme otot yang dikeluarkan melalui urin.
Nefron	Unit struktural dan fungsional terkecil pada ginjal yang berperan dalam pembentukan urin.
Paru-paru	Organ ekskresi yang mengeluarkan karbon dioksida dan uap air hasil respirasi.
Reabsorpsi	Tahap pembentukan urin berupa penyerapan kembali zat-zat yang masih dibutuhkan tubuh dari urin primer ke dalam darah.
Respirasi Seluler	Proses penguraian zat makanan di dalam sel untuk menghasilkan energi yang menghasilkan karbon dioksida dan air sebagai zat sisa.
Sistem Ekskresi	Sistem organ yang berfungsi mengeluarkan zat sisa metabolisme dan menjaga keseimbangan tubuh.
Tubulus Kolektivus	Bagian nefron yang berfungsi mengumpulkan urin sebelum dialirkan ke pelvis ginjal.
Tubulus Proksimal	Bagian nefron yang menjadi lokasi utama reabsorpsi zat-zat yang masih diperlukan tubuh.
Urea	Zat sisa metabolisme protein yang dibentuk di hati dan dikeluarkan melalui ginjal.
Urin	Cairan hasil ekskresi yang mengandung air, urea, garam mineral, dan zat sisa metabolisme lainnya.

Kurikulum Merdeka MERDEKA BELAJAR

Profil Pengembang

Pengembang e-LKPD



Nama : Fitri Amelia, S.Pd
NIM : P2A524010

Mahasiswa Magister Pendidikan ilmu pengetahuan Alam, FKIP, Pascasarjana, Universitas Jambi Angkatan 2024. Berasal dari desa Talang Belido, Kec. Sungai Gelam Kab. Muaro Jambi. Saat ini penulis Tengah menempuh tugas akhir dengan melakukan penelitian pengembangan (R&D). penelitian ini menghasilkan output berupa e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* dengan pendekatan *Deep Learning* pada materi sistem ekskresi

Pembimbing I



Nama : Prof. Dr. Dra. Wilda Syahri, M.Pd
NIP : 196607021992032001

Salah satu Guru Besar dan Dosen Program Studi Magister Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), Program Pascasarjana, Universitas Jambi. Telah menempuh pendidikan Sarjana Pendidikan Kimia, Magister Teknologi Pendidikan, dan Doktor Pendidikan MIPA di Universitas Jambi. Aktif dalam bidang pendidikan, pengembangan kurikulum, evaluasi pembelajaran, dan pengembangan profesi guru. Berperan sebagai Pembimbing I pada penelitian pengembangan e-LKPD berbasis Problem Based Learning dengan pendekatan Deep Learning

Pembimbing II



Nama : Dr. Afreni Hamidah, S.Pt., M.Si
NIP : 197304211999032001

Salah satu Dosen dan Koordinator Program Studi Magister Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), Program Pascasarjana, Universitas Jambi. Telah menempuh pendidikan Sarjana Peternakan di Universitas Jambi, Magister Sains bidang Zoologi di Institut Pertanian Bogor (IPB), dan Doktor Ilmu Ternak di Universitas Diponegoro. Aktif dalam bidang pendidikan biologi, zoologi, ekologi, biodiversitas, serta pengembangan media dan inovasi pembelajaran. Berperan sebagai Pembimbing II pada penelitian pengembangan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* dengan pendekatan *Deep Learning*.

LIVEWORKSHEETS