



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

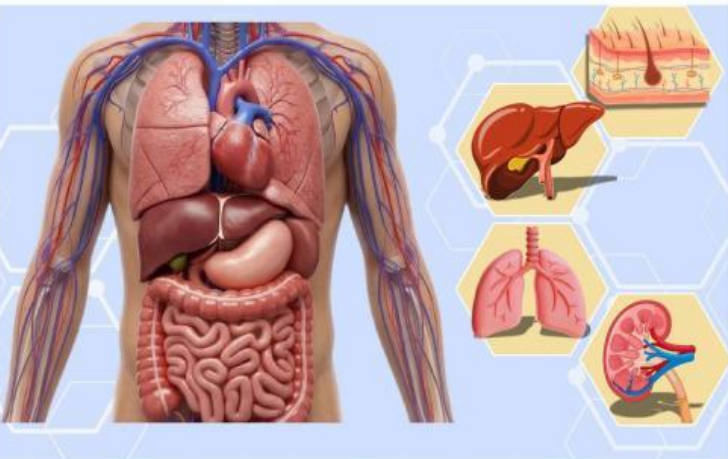
E-LKPD ini dikembangkan sebagai media pembelajaran yang terintegrasi dengan model *Problem Based Learning* (PBL) dengan pendekatan *Deep Learning*. Pengembangan E-LKPD bertujuan untuk memfasilitasi peserta didik dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui kegiatan pembelajaran yang aktif, kontekstual, 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



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

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 (<i>BioJoy, BioMean</i>)	7
Sintak 2. Mengorganisasikan Peserta Didik Untuk Belajar	8
Sintak 3. Membimbing Penyelidikan (<i>BioMean, BioMind</i>)	9
Sintak 4. Mengembangkan Dan Menyajikan Hasil	12
Sintak 5. Analisis Dan Evaluasi Pemecahan Masalah (<i>BioMean, BioMind</i>)	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.

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 menggemirakan. 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 mengecek kembali 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.

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 pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi teknologi biologi.

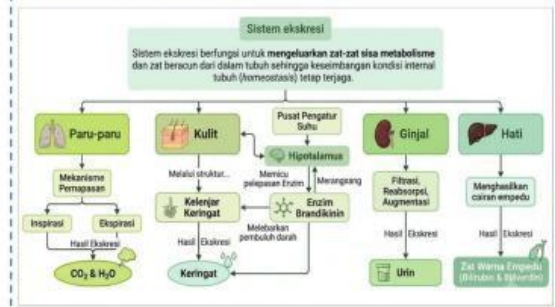
Alur tujuan Pembelajaran

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 proses 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 ₂ O hasil metabolisme berdasarkan bukti hasil penyelidikan.	7. Menganalisis struktur dan fungsi paru-paru sebagai organ ekskresi. 8. Menganalisis proses pengeluaran CO ₂ dan H ₂ O.
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

- 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.
- 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.
- 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.
- Melalui analisis data dan diskusi yang disajikan dalam e-LKPD, peserta didik mampu menganalisis mekanisme pengeluaran karbon dioksida (CO₂) dan uap air (H₂O) hasil respirasi seluler serta hubungannya dengan proses ekskresi berdasarkan bukti yang diperoleh secara tepat.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 perubahan eritrosit yang menghasilkan pigmen empedu berdasarkan bukti yang diperoleh secara tepat.

Peta Konsep





Struktur dan Fungsi Kulit



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 pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi teknologi biologi.

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.



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.



Bio Joy (Joyful learning)

Sebelum memulai penyelidikan, amati dan pahami fenomena berikut dengan penuh rasa ingin tahu! Fenomena sehari-hari menyimpan sains yang menakjubkan. Tugasmu adalah menemukan rahasia di baliknya.

Sintak 1

Orientasi Peserta Didik pada Masalah

Bercak Misterius

Setelah pelajaran olahraga, Nina (16 tahun) menemukan bercak putih yang mengering pada bagian leher kaos hitamnya. Bercak tersebut muncul setelah tubuhnya mengeluarkan banyak keringat, terutama saat melakukan aktivitas fisik dalam waktu yang cukup lama. Nina menyadari bahwa keringat yang dihasilkan tidak hanya berupa air karena meninggalkan residu pada pakaiannya. Hal ini membuat Nina bertanya-tanya tentang apa yang sebenarnya terkandung dalam keringat, dari mana asalnya, dan bagaimana proses tersebut dapat terjadi di dalam tubuhnya (**Situation**).



Sumber ; <https://www.shield.co.za/sweat-zone/tips-on-how-to-stop-sweat-patches.html>



BioMean (Meaningful)

Analisis Kasus (Focus)

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut berdasarkan logika dan pemahamanmu saat ini.

Apa yang pertama kali terlintas di pikiranmu: zat apa saja yang mungkin ada dalam keringat Nina sehingga meninggalkan bercak putih di kaosnya? Tuliskan semua dugaanmu!

Jika keringat hanya berupa air murni, apakah akan meninggalkan bercak putih setelah mengering? Berikan alasan ilmiahnya! (**Reason**)

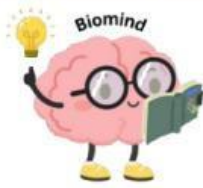
Berdasarkan kasus Nina di atas, diskusikan bersama kelompokmu untuk menyusun satu rumusan masalah utama yang akan menjadi fokus penyelidikan.

Rumusan Masalah (Focus):



Sintak 2

Pengorganisasian 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.

Pembagian Tugas Penyelidikan Kelompok

Anggota Kelompok	Peran dan Fokus Penyelidikan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, diskusikan bersama kelompokmu untuk menyusun hipotesis. Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah. Susunlah hipotesis berdasarkan pengetahuan yang telah kamu miliki, pengalaman sehari-hari, serta informasi yang diperoleh dari kasus Nina. (*Inference*)

 **Hipotesis:**



Fase 3 Membimbing Penyelidikan

Sebelum memulai penyelidikan, amati video dan artikel yang disediakan oleh guru bersama kelompokmu dengan saksama. Diskusikan informasi penting yang kalian temukan, lalu isilah tabel pengamatan berdasarkan informasi yang kalian peroleh.



Penyelidikan 1

Investigasi kandungan keringat

Tabel Kandungan dalam Keringat

Zat dalam Keringat	Asal zat dalam tubuh	Mengapa perlu dikeluarkan melalui keringat
Air		
Garam (NaCl)		
Urea		



Penyelidikan 2

Mekanisme Pembentukan Keringat

Berdasarkan video dan artikel yang telah kamu amati sebelumnya, uraikanlah mekanisme pembentukan keringat dari awal hingga keringat keluar dari pori-pori kulit! (**Clarity**)

 Uraian Mekanisme Pembentukan Keringat:



Tabel Peran Struktur Kulit dalam Pembentukan Keringat

Lengkapi tabel berikut berdasarkan informasi dari video/artikel. Kolom yang sudah diisi adalah contoh panduan pengisian (*Clarity*).

Lapisan/Struktur	Proses yang Terjadi	Peran dalam Pembentukan Keringat
Hipodermis	Penyimpanan lemak, isolasi panas tubuh	Menjaga kestabilan suhu dan mendukung termoregulasi
Epidermis		
Dermis		
Kelenjar keringat		
Pembuluh darah		

Dari seluruh struktur kulit yang kamu pelajari, bagian struktur kulit mana yang paling menentukan komposisi akhir keringat yang keluar? Jelaskan mengapa struktur itu menjadi kunci utama!

Penyelidikan 3



BioJoy (Joyful) - Eksperimen Mikro: Simulasi Residu Keringat

Saatnya menjadi ilmuwan sungguh! Lakukan eksperimen mikro berikut untuk membuktikan mengapa keringat dapat meninggalkan residu (bercak) pada pakaian. Eksperimen ini mensimulasikan apa yang terjadi saat keringat Nina mengering di kaosnya.

Alat dan Bahan:

- Segelas air (100 mL)
- 2 sendok teh garam dapur (NaCl)
- Sedikit larutan urea encer (larutan pupuk urea sangat encer). Jika tidak tersedia, cukup garam saja.
- Gelas plastik 200 mL
- 1 sendok makan
- Kain hitam / kertas gelap
- Pipet tetes

Langkah Kegiatan:

- Siapkan larutan 'keringat buatan' dengan mencampurkan air + garam (+ urea jika tersedia), aduk hingga larut.
- Teteskan larutan tersebut pada permukaan kain atau kertas berwarna gelap (3–5 tetes).
- Amati kondisi awal: catat warna, bentuk tetesan, dan kondisi permukaan.



- Biarkan larutan mengering secara alami (atau percepat dengan kipas/angin selama 5 menit).
- Amati perubahan yang terjadi setelah mengering.
- Catat hasil pengamatan secara teliti pada tabel di bawah ini.
- Diskusikan dalam kelompok untuk menjelaskan hasil berdasarkan konsep ilmiah.

Tabel Hasil Pengamatan Eksperimen:

Komponen Keringat	Sifat (Mudah/Tidak Menguap)	Kondisi Saat Basah	Kondisi Setelah Mengering	Penjelasan Ilmiah
Air	Mudah menguap	Larutan tampak bening cair		
Garam (NaCl)	Tidak menguap	Terlarut dalam air		
Urea	Tidak menguap	Terlarut dalam air		

Berdasarkan hasil eksperimen, apa yang paling menyebabkan terbentuknya bercak putih pada kain? Fokuskan jawabanmu pada satu faktor utama! (**Inference**)

Mengapa air bisa menguap tetapi garam dan urea tidak bisa? Berikan penjelasan berdasarkan sifat fisika-kimia zat-zat tersebut! (**Reason**)

Dari hasil eksperimen ini, tarik kesimpulan: apa yang sebenarnya terjadi pada kulit Nina setelah keringatnya mengering? (**Inference**)



Sintak 4 Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya

Membuat Bagan Keterkaitan Struktur–Fungsi Kulit sebagai Organ Ekskresi

Instruksi Pembuatan infografis atau PowerPoint

Infografis/Powerpoint yang secara utuh menggambarkan keterkaitan antara struktur kulit dengan fungsinya sebagai organ ekskresi. Bagan dapat dibuat di kertas, digital (Canva, PowerPoint), atau media lain yang tersedia.

Bagan wajib memuat komponen-komponen berikut:

1. Struktur Kulit secara lengkap dan fungsinya
2. Alur mekanisme pembentukan keringat
3. Kandungan zat apa saja yang terkandung dalam keringat, mengapa harus dikeluarkan melalui keringat
4. Hubungan antara ekskresi keringat dengan mekanisme homeostasis suhu dan cairan tubuh
5. Kumpulkan hasil karyamu pada link berikut:

<https://drive.google.com/drive/folders/1xQlKXdQQPBJDGVfkw1OuCP2YiazMVDcw?usp=sharing>

Sintak 5 : Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

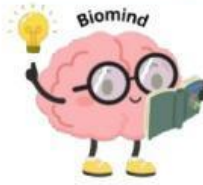
Evaluasi Hipotesis (*Overview*)

Kembali ke hipotesis yang kamu tulis di Sintak 2. Evaluasi apakah hipotesismu terbukti berdasarkan hasil penyelidikan!

Hipotesis Awal Kami	Hasil Penyelidikan	Status	Penjelasan Perubahan Pemahaman
		☐ Terbukti ☐ Sebagian terbukti ☐ Tidak terbukti	



BioMind (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.

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



BioMean (Meaningful)

Kembali ke kasus Nina di awal. Sekarang kamu sudah menyelesaikan seluruh penyelidikan. Saatnya menjawab pertanyaan yang sesungguhnya!

Sekarang kamu sudah tahu jawabannya: zat apa saja yang ada dalam keringat Nina dan dari mana asalnya? Bandingkan jawaban ini dengan dugaan awalmu di Sintak 1. Apa yang berubah? (**Overview**).

Evaluasi proses berpikir kelompokmu: langkah penyelidikan mana yang paling menantang? Apa strategi yang paling efektif dalam membantu kelompokmu memahami konsep ini? (**Overview**).

Setelah memahami bahwa keringat mengandung zat sisa metabolisme, bagaimana pandanganmu sekarang tentang pentingnya menjaga kesehatan kulit dan keseimbangan cairan tubuh? Tuliskan satu kebiasaan sederhana yang ingin kamu mulai atau perbaiki setelah pembelajaran hari ini (**Situation**).



BioMind (Mindful)- Refleksi Berpikir Kritis

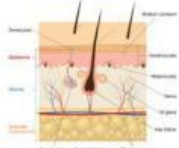
Refleksi ini bukan penilaian benar/salah. Ini adalah latihan mengenali cara berpikirmu sendiri. Isi dengan jujur dan mendalam!

Pertanyaan refleksi	Jawabanku
Apa masalah utama yang berhasil kamu fokuskan dalam penyelidikan hari ini? (Focus)	
Argumen ilmiah apa yang paling kuat yang kamu gunakan dalam menjawab pertanyaan? (Reason)	
Kesimpulan paling penting apa yang kamu tarik dari seluruh penyelidikan ini? (Inference)	
Faktor konteks apa yang kamu pertimbangkan dalam menganalisis kasus nina? (Situation)	
Istilah ilmiah baru apa yang sudah kamu kuasai? Mana yang masih perlu diperdalam? (Clarity)	
Apa yang berubah dari cara berpikirmu tentang kulit setelah pembelajaran hari ini? (Overview)	

Latihan 1

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban benar dan tepat

- Analisislah keterkaitan antara struktur epidermis, dermis, dan hipodermis dengan fungsi kulit sebagai organ ekskresi. Jelaskan bagaimana ketiga lapisan tersebut bekerja sama dalam proses pembentukan dan pengeluaran keringat!



- Perhatikan bagan alur pembentukan dan pengeluaran keringat berikut!



Jika saluran keringat mengalami penyumbatan, bagaimana kondisi tersebut dapat memengaruhi proses pengeluaran keringat dan kemampuan tubuh dalam menjaga suhu normal? Jelaskan alasanmu berdasarkan hubungan antar tahapan pada bagan!

- Setelah berolahraga, Nina menemukan bercak putih pada kaosnya yang muncul akibat keringat yang mengering. Analisislah kandungan keringat yang menyebabkan terbentuknya bercak tersebut serta jelaskan kaitannya dengan fungsi kulit sebagai organ ekskresi!
- Ketika cuaca panas atau saat melakukan aktivitas fisik yang berat, tubuh menghasilkan lebih banyak keringat. Analisislah bagaimana proses pembentukan dan pengeluaran keringat membantu tubuh mempertahankan suhu normal serta menjaga keseimbangan kondisi tubuh!
- Seorang siswa berpendapat bahwa kulit hanya berfungsi sebagai pelindung tubuh dan tidak memiliki peran penting dalam sistem ekskresi. Analisislah pendapat tersebut berdasarkan fakta dan konsep yang telah kamu pelajari. Berikan alasan yang mendukung jawabanmu!

Setelah mengisi jawaban pada soal latihan, kirimkan hasil pekerjaannya 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., Rudyanto, 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.
- Ogoburo, 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.

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	Anjuran 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 eksperimen.
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 Kolektif	Bagian nefron yang berfungsi mengumpulkan urin sebelum dialirkan ke pelvis ginjal.
Tubulus Proximal	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.

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 Ilamuduh, S.Pd., 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*.