

# 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



## 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.



## 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



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





## STRUKTUR DAN FUNGSI ORGAN GINJAL

### Identitas

Kelompok :  
anggota kelompok :1.  
2.  
3.  
4.  
5.

### Capaian Pembelajaran

Pada akhir Fase F, murid memiliki kemampuan menganalisis keterkaitan antar sistem organ (sistem ekskresi) dalam tubuh untuk merespons stimulus internal dan eksternal.

### Tujuan Kegiatan

1. Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan struktur ginjal dan nefron dengan fungsinya dalam pembentukan urin.
2. Peserta didik mampu menganalisis mekanisme pembentukan urin melalui proses filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi.
3. Peserta didik mampu menganalisis peran ginjal dalam menjaga keseimbangan cairan, elektrolit, dan zat sisa metabolisme dalam tubuh.





Sebelum memulai kegiatan dan menganalisis permasalahan yang disajikan, bacalah terlebih dahulu ringkasan materi melalui barcode yang telah disediakan.

### Fase 1 : Orientasi Masalah

Pada masa pandemi COVID-19, para dokter tidak hanya menemukan gangguan pada paru-paru, tetapi juga pada ginjal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sebagian pasien COVID-19 mengalami **proteinuria**, yaitu kondisi ditemukannya protein dalam urin. Padahal, dalam keadaan normal protein seharusnya tetap berada di dalam darah dan tidak ikut keluar bersama urin. Proteinuria bahkan dilaporkan pada banyak pasien COVID-19, baik yang mengalami gangguan ginjal berat maupun yang tidak menunjukkan gejala gangguan ginjal yang jelas.

Salah satu kasus terjadi pada seorang siswi bernama Nadia yang pernah terinfeksi COVID-19 beberapa bulan lalu. Saat mengikuti pemeriksaan kesehatan di sekolah, hasil uji urin menunjukkan adanya kandungan protein dalam urinnya. Nadia merasa bingung karena ia tidak merasakan nyeri saat buang air kecil maupun keluhan lainnya. Dokter menjelaskan bahwa temuan protein dalam urin dapat menjadi petunjuk adanya gangguan pada proses penyaringan darah di ginjal.

Sumber : [https://academic.oup.com/ckj/article/14/Supplement\\_1/i40/6188962](https://academic.oup.com/ckj/article/14/Supplement_1/i40/6188962)

#### KASUS:

##### Rumusan Masalah dan Hipotesis

Jawab berdasarkan logika dan pengetahuan awalmu bukan dari internet.

Menurut kelompokmu, mengapa protein dapat ditemukan dalam urin Nadia, padahal protein seharusnya tetap berada di dalam darah?

---

---

Berdasarkan hasil analisis kasus, susunlah satu rumusan masalah yang akan menjadi fokus penyelidikan kelompokmu

---

---

Tuliskan satu hipotesis awal sebagai dugaan sementara terhadap rumusan masalah yang telah kalian buat!

---

---





**FASE 2**

**Mengorganisasi Peserta Didik untuk Belajar**

**Jejak Belajar**

Sebelum memulai penyelidikan, diskusikan bersama kelompokmu tentang apa yang sudah kalian pahami dan hal-hal yang masih membuat kalian penasaran. Setelah seluruh penyelidikan selesai, refleksikan bagaimana pemahaman kalian berkembang.

Yang sudah kami Pahami	Yang Ingin Kami Selidiki	Pemahaman Baru Yang Kami Dapatkan
Tuliskan pengetahuan awal, pengalaman atau dugaan kelompokmu tentang materi yang dipelajari.	Tuliskan pertanyaan atau hal-hal yang ingin kalian cari tahu melalui penyelidikan	Tuliskan pemahaman baru yang kalian peroleh setelah penyelidikan selesai. Jelaskan juga jika ada pendapat awal yang berubah (diisi pada fase 5)

**Pembagian Tugas Penyelidikan**

Bagi tugas berdasarkan kesepakatan kelompok. Setiap anggota mendalami satu fokus, lalu berbagi temuan sebelum mengerjakan Aktivitas bersama.

Anggota	Fokus Penyelidikan yang Dipilih

**FASE 3**

**Membimbing Penyelidikan Individual & Kelompok**

**Petunjuk Penyelidikan**

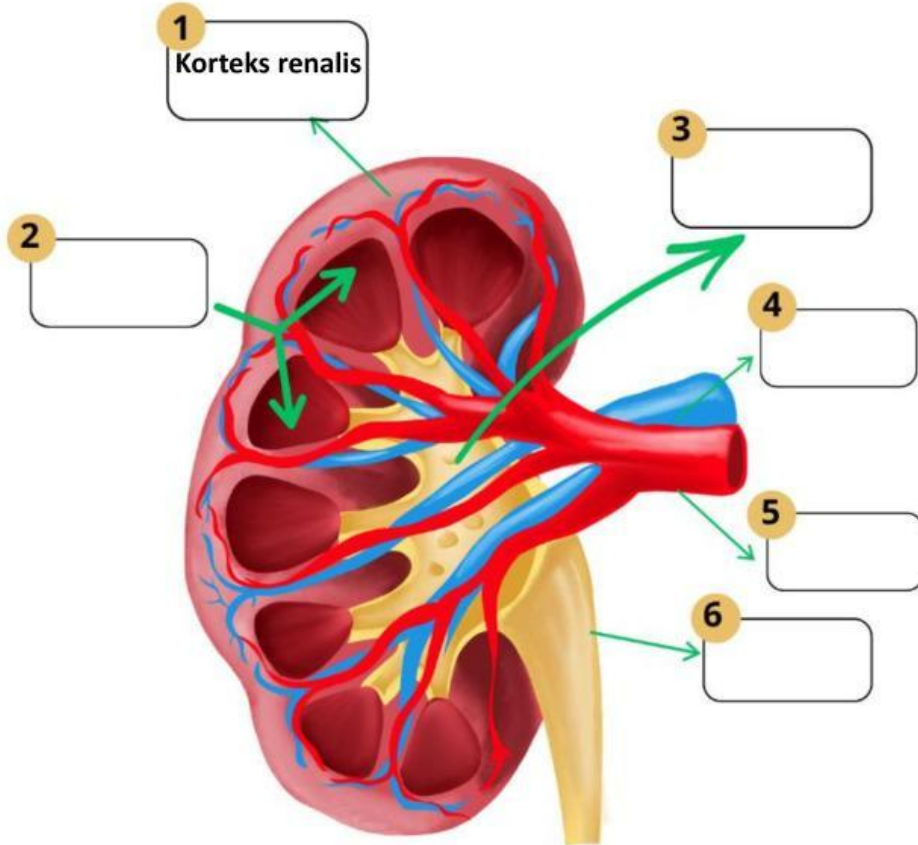
Sebelum menjawab pertanyaan, amati video yang diberikan, kemudian isilah nama-nama bagian ginjal dan nefron sesuai nomor yang ditunjukkan.



Let's Start!

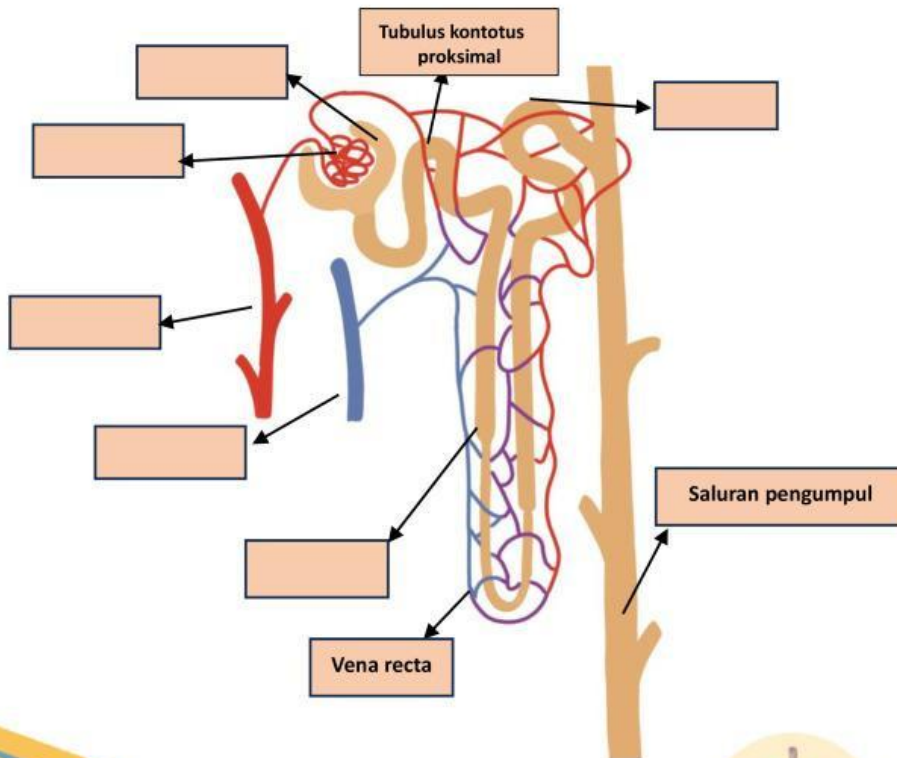
**Penyelidikan 1 : Struktur Utama Ginjal**





**Struktur Nefron**

Amatilah video berikut dan tuliskan nama-nama bagian-bagian nefron yang ditunjukkan pada gambar berikut.





### Penyelidikan 3: Pembentukan Urin

Amatilah video animasi proses pembentukan urin, kemudian lengkapi tabel berikut.



Tahapan pembentukan urin	Tempat terjadi	Proses yang terjadi	Hasil
Filtrasi			
Reabsorpsi			
Augmentasi			

#### Tahap 1 Filtrasi.

*Perhatikan Kembali proses pada glomelurus.*

pertanyaan	jawaban
Zat apa saja yang dapat lolos dari filtrasi	
Zat apa saja yang tidak dapat lolos	
Mengapa sel darah merah tidak dapat melewati glomelurus	
Mengapa protein normalnya tidak ditemukan dalam urin	

#### TAHAP 2 — REABSORBSI

Lokasi Reabsorpsi	Zat yang Direabsorpsi	Mengapa harus diserap kembali
Tubulus Proksimal		
Lengkung Henle		
Tubulus Distal		
Tubulus Kolektifus		



**TAHAP 3 : AUGMENTASI**

Pada tahap augmentasi, tubuh membuang zat-zat yang sudah tidak diperlukan.

Zat yang Disekresi	Tujuan Fisiologis (Mengapa perlu dibuang?)
Ion H <sup>+</sup>	
Ion K <sup>+</sup>	
Amonia (NH <sub>3</sub> )	
Kreatinin	
Obat-obatan/toksin	

Tahukah kamu bahwa salah satu faktor yang memengaruhi jumlah dan kepekatan urin adalah hormon antidiuretik (ADH)? ADH adalah zat yang menurunkan produksi urine. ADH menyebabkan ginjal untuk mengembalikan lebih banyak air ke dalam darah, sehingga menurunkan volume urine. Dengan tidak adanya ADH, urin meningkat lebih dari sepuluh kali lipat, dari yang normal 1 sampai 2 liter menjadi sekitar 20 liter per hari.

**Analisis Kasus**

Pada kasus Nadia yang mengalami proteinuria pasca infeksi COVID-19, terdapat beberapa kemungkinan penjelasan yang muncul terkait penyebab ditemukannya protein dalam urin. Setiap penjelasan tersebut perlu dianalisis Kembali. Pada bagian ini kalian akan membandingkan dua klaim berbeda. Tugas kalian adalah menentukan klaim yang paling tepat berdasarkan konsep ilmiah yang tepat, serta memberikan alasan yang logis dan ilmiah.

Klaim A	Klaim B
Proteinuria pada Nadia terjadi akibat kerusakan atau peningkatan permeabilitas membran glomerulus akibat infeksi COVID-19, sehingga protein yang seharusnya tertahan dalam darah ikut masuk ke urin.	Proteinuria pada Nadia terjadi karena ginjal secara aktif mengeluarkan protein melalui urin sebagai bentuk pembuangan zat sisa metabolisme yang tidak diperlukan tubuh.

**Jelaskan alasan kelompokmu memilih jawaban tersebut!**

.....

.....

**FASE 4 Mengembangkan & Menyajikan Hasil Karya**

**Membuat hasil karya kelompok**

Setelah melakukan penyelidikan, Buatlah poster atau slide presentasi tentang:

1. Struktur ginjal dan nefron
2. Proses pembentukan urin
3. Faktor penyebab urin Rani menjadi pekat
4. Peran hormon ADH
5. Kesimpulan kelompok tentang kasus Rani
6. Unggah hasil karya kelompokmu pada tautan berikut:

[https://drive.google.com/drive/folders/1YLzosE0ecm\\_rtNXJ9sEi9Hj0CoWED0ZX?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1YLzosE0ecm_rtNXJ9sEi9Hj0CoWED0ZX?usp=sharing)





**FASE 5 REFLEKSI DAN EVALUASI**



**BioMind Jejak Belajar**

Setelah seluruh penyelidikan selesai, refleksikan bagaimana pemahaman kalian berkembang

Yang sudah kami Pahami	Yang Ingin Kami Selidiki	Pemahaman Baru Yang Kami Dapatkan
Tuliskan pengetahuan awal, pengalaman atau dugaan kelompokmu tentang materi yang dipelajari.	Tuliskan pertanyaan atau hal-hal yang ingin kalian cari tahu melalui penyelidikan	Tuliskan pemahaman baru yang kalian peroleh setelah penyelidikan selesai. Jelaskan juga jika ada pendapat awal yang berubah

**Biomind-Evaluasi Klaim**

Berilah tanda centang (✓) dan jelaskan alasan kelompokmu.

Klaim	Setuju/tidak	Argumen Ilmiah
"Protein normalnya tidak ditemukan dalam urin"		
"Glomerulus berfungsi sebagai penyaring darah."		
"Kerusakan glomerulus dapat menyebabkan proteinuria"		
"Semakin banyak makan protein, semakin banyak protein yang keluar melalui urin."		

**Tabel Refleksi**

Pertanyaan Refleksi Berpikir Kritis	Jawaban
Apa masalah utama pada kasus Dita yang berhasil kamu identifikasi?	
Argumen ilmiah terkuat yang kamu gunakan dalam analisis kasus?	
Kesimpulan paling mengejutkan yang kamu tarik yang tidak kamu duga sebelumnya?	
Istilah ilmiah baru yang sudah kamu kuasai? Mana yang masih perlu diperkuat?	





**Pertanyaan Refleksi Berpikir Kritis**

**Jawaban**

Beri nilai 1–5 untuk kemampuan berpikir kritismu hari ini dan jelaskan mengapa!



**BioJoy**

**Fakta Luar Biasa**

Setiap hari, ginjalmu menyaring sekitar 180 liter darah setara dengan 90 botol air mineral 2 liter! Dari 180 liter itu, 99% dikembalikan ke tubuhmu dengan sangat selektif, dan hanya 1-2 liter yang dibuang sebagai urin. Tidak ada filter buatan manusia yang bisa menandingi efisiensi dan selektivitas nefronmu dan ia melakukan ini tanpa henti, setiap hari, selama hidupmu.





## Latihan 3

Jawablah pertanyaan berikut dengan benar dan tepat!

1. Jelaskan mengapa dalam kondisi normal protein tidak ditemukan dalam urin, meskipun darah yang disaring oleh ginjal mengandung protein!
2. Mengapa zat-zat seperti glukosa dan air masih harus direabsorpsi setelah proses filtrasi terjadi? apa yang akan terjadi jika reabsorpsi tidak berlangsung?
3. Analisis perbedaan fungsi proses filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi dalam pembentukan urin. pada tahap manakah protein seharusnya ditahan, dan mengapa?
4. Bandingkan proses reabsorpsi di tubulus proksimal, lengkung henle, dan tubulus distal. mengapa reabsorpsi tidak terjadi secara merata di setiap bagian nefron?
5. Bandingkan peran filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi dalam menghasilkan urin akhir. tahap mana yang paling menentukan komposisi urin akhir? jelaskan alasanmu!

Kirimkan jawabanmu melalui scan barcode berikut:



Let's Start!

Jika kamu telah membahas selu  
melalui scan barcode disamping.



Let's Start!

a mengisi soal evaluasi

## Daftar Rujukan

- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2021). *Biology: A Global Approach* (12th ed.). Pearson Education.
- Ramadhani, K., & Widyaningrum, R. (2022). *Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia bagi Mahasiswa Gizi dan Kesehatan*. UAD Press.
- 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.). John Wiley & Sons





## Glosarium

Istilah	Pengertian
<b>Amonia (NH<sub>3</sub>)</b>	Zat sisa metabolisme protein yang bersifat racun dan diubah oleh hati menjadi urea sebelum dikeluarkan oleh ginjal.
<b>Augmentasi</b>	Tahap pembentukan urin berupa penambahan zat-zat sisa metabolisme dari darah ke dalam tubulus ginjal untuk dibuang bersama urin.
<b>Empedu</b>	Cairan yang dihasilkan hati yang berfungsi membantu pencernaan lemak dan mengeluarkan zat sisa metabolisme.
<b>Eritrosit</b>	Sel darah merah yang berfungsi mengangkut oksigen ke seluruh tubuh.
<b>Ekskresi</b>	Proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang tidak lagi diperlukan oleh tubuh.
<b>Ekskret</b>	Zat sisa metabolisme yang harus dikeluarkan dari tubuh karena tidak lagi digunakan oleh sel-sel tubuh.
<b>Filtrasi</b>	Tahap pertama pembentukan urin berupa proses penyaringan darah di glomerulus sehingga menghasilkan urin primer.
<b>Ginjal</b>	Organ ekskresi utama yang berfungsi menyaring darah dan membentuk urin.
<b>Glomerulus</b>	Anyaman kapiler darah pada nefron yang menjadi tempat terjadinya proses filtrasi.
<b>Hati</b>	Organ ekskresi yang berperan dalam pembentukan empedu, detoksifikasi, dan pembentukan urea.
<b>Homeostasis</b>	Kemampuan tubuh mempertahankan kondisi internal agar tetap stabil meskipun terjadi perubahan lingkungan.
<b>Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)</b>	Gas sisa respirasi sel yang dikeluarkan melalui paru-paru.
<b>Kulit</b>	Organ ekskresi yang berfungsi mengeluarkan keringat dan membantu mengatur suhu tubuh.
<b>Kreatinin</b>	Zat sisa metabolisme otot yang dikeluarkan melalui urin.
<b>Nefron</b>	Unit struktural dan fungsional terkecil pada ginjal yang berperan dalam pembentukan urin.
<b>Paru-paru</b>	Organ ekskresi yang mengeluarkan karbon dioksida dan uap air hasil respirasi.
<b>Reabsorpsi</b>	Tahap pembentukan urin berupa penyerapan kembali zat-zat yang masih dibutuhkan tubuh dari urin primer ke dalam darah.
<b>Respirasi Seluler</b>	Proses penguraian zat makanan di dalam sel untuk menghasilkan energi yang menghasilkan karbon dioksida dan air sebagai zat sisa.
<b>Sistem Ekskresi</b>	Sistem organ yang berfungsi mengeluarkan zat sisa metabolisme dan menjaga keseimbangan tubuh.
<b>Tubulus Kolektifus</b>	Bagian nefron yang berfungsi mengumpulkan urin sebelum dialirkan ke pelvis ginjal.
<b>Tubulus Proximal</b>	Bagian nefron yang menjadi lokasi utama reabsorpsi zat-zat yang masih diperlukan tubuh.
<b>Uap Air (H<sub>2</sub>O)</b>	Salah satu zat sisa metabolisme yang dikeluarkan melalui paru-paru saat ekspirasi.
<b>Urea</b>	Zat sisa metabolisme protein yang dibentuk di hati dan dikeluarkan melalui ginjal.
<b>Urin</b>	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 eksresi

### Pembimbing I

Nama : Prof. Dr. Dra. Wilda Syahri, M.Pd  
NIM : 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  
NIM : 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*.

