

PERANGKAT PEMBELAJARAN

# Model D-PjBL

DIGITAL - PROJECT BASED LEARNING

Untuk Meningkatkan Conceptual Understanding  
dan Problem Solving Skill



ATIP NURWAHYUNANI  
WIWI ISNAENI  
SITI ALIMAH  
ADITYA MARIANTI

# PERANGKAT PEMBELAJARAN

**Sistem Saraf & Sistem Endokrin pada Hewan Vertebrata dan Invertebrata : Berbasis Model *Digital - Project Based Learning* (D-PjBL)**

## **Penulis**

Atip Nurwahyunani  
Wiwi Isnaeni  
Siti Alimah  
Aditya Marianti

## **HAK CIPTA**

Hak cipta © 2026

oleh Atip Nurwahyunani, Wiwi Isnaeni, Siti Alimah, dan Aditya Marianti

Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang Republik Indonesia. Dilarang memperbanyak, mendistribusikan, atau mentransmisikan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk fotokopi, rekaman, atau sistem penyimpanan dan pengambilan informasi, tanpa izin tertulis dari penulis dan/atau penerbit.

Email: [atipnurwahyunan@upgris.ac.id](mailto:atipnurwahyunan@upgris.ac.id)

Website: <https://atipnurwahyunani.com>

## **Penerbit**

*(diisi saat pengajuan ISBN)*

## **ISBN**

*(diajukan melalui Perpustakaan Nasional Republik Indonesia)*

**Cetakan pertama, 2026**

**Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)**

**(Data KDT akan diisi oleh Perpustakaan Nasional setelah pengajuan ISBN disetujui)**

**Isi di luar tanggung jawab percetakan.**

**Hak cipta dilindungi undang-undang.**

## KATA PENGANTAR

---

*Alhamdulillahirabbil 'alamin*, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga bahan ajar ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang penuh ilmu pengetahuan.

Perangkat pembelajaran Fisiologi Hewan berbasis Model *Digital Project-Based Learning* (D-PjBL) ini untuk mendukung implementasi pembelajaran pada Program Studi Pendidikan Biologi.

Perangkat pembelajaran ini dirancang untuk memfasilitasi mahasiswa dalam mempelajari materi sistem saraf dan sistem endokrin pada hewan vertebrata dan invertebrata melalui penerapan model D-PjBL dengan sintaks 6D. Penerapan model ini diarahkan untuk meningkatkan conceptual understanding dan problem solving skill mahasiswa sebagai capaian pembelajaran utama.

Isi perangkat pembelajaran ini mencakup ringkasan model D-PjBL, capaian pembelajaran, peta konsep materi, desain dan kegiatan pembelajaran berbasis proyek digital, Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), serta sistem asesmen yang digunakan. Perangkat pembelajaran ini disusun sebagai panduan operasional bagi dosen dan mahasiswa dalam melaksanakan pembelajaran, serta sebagai perangkat perlakuan dalam kegiatan penelitian pembelajaran.

Penulis menyadari bahwa perangkat pembelajaran ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan perangkat pembelajaran ini di masa mendatang.

Semoga perangkat pembelajaran ini dapat memberikan kontribusi positif bagi peningkatan kualitas pembelajaran Fisiologi Hewan dan pengembangan kompetensi mahasiswa calon guru biologi.

Semarang, Juli 2026  
**Penulis**

# DAFTAR ISI

---

|                                                                                                                              |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| PERANGKAT PEMBELAJARAN.....                                                                                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| KATA PENGANTAR.....                                                                                                          | iii                                 |
| DAFTAR ISI.....                                                                                                              | iv                                  |
| BAB I. DESKRIPSI PERANGKAT PEMBELAJARAN.....                                                                                 | 1                                   |
| BAB II. POSISI PERANGKAT PEMBELAJARAN DALAM PEMBELAJARAN (RPS & CPMK).....                                                   | 2                                   |
| BAB III. RINGKASAN MODEL <i>DIGITAL -PROJECT BASED LEARNING</i> (D-PjBL).....                                                | 3                                   |
| BAB IV. CAPAIAN PEMBELAJARAN DAN INDIKATOR .....                                                                             | 5                                   |
| BAB V. PETA KONSEP MATERI SISTEM SARAF DAN SISTEM ENDOKRIN .....                                                             | 7                                   |
| BAB VI. DESAIN PEMBELAJARAN BERBASIS MODEL <i>DIGITAL-PROJECT BASED LEARNING</i> (D-PJBL) DENGAN SINTAKS 6D.....             | 9                                   |
| BAB VII. PERANGKAT PEMBELAJARAN PENDUKUNG IMPLEMENTASI MODEL D-PJBL.....                                                     | 11                                  |
| BAB VIII. PENUTUP .....                                                                                                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| DAFTAR PUSTAKA.....                                                                                                          | 12                                  |
| Lampiran 1. Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Mata Kuliah Fisiologi Hewan .....                                            | 14                                  |
| Lampiran 2. Satuan Acara Perkuliahan (SAP) Pertemuan 1–3 ( <i>Materi Sistem Saraf</i> ).....                                 | 21                                  |
| Lampiran 3. Satuan Acara Perkuliahan (SAP) Pertemuan 4–6 ( <i>Materi Sistem Endokrin dan Integrasi Saraf–Endokrin</i> )..... | 30                                  |
| Lampiran 4. Bahan Ajar (Ringkasan Materi Sistem Saraf dan Sistem Endokrin pada Hewan Vertebrata dan Invertebrata).....       | 38                                  |
| Lampiran 5. Media Pembelajaran Digital.....                                                                                  | 39                                  |
| Lampiran 6. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Berbasis Model D-PjBL .....                                                         | 41                                  |
| Lampiran 7. Instrumen & Rubrik Asesmen Pembelajaran ( <i>Soal Pre-test dan Post-test</i> ).....                              | 50                                  |
| Lampiran 8. Instrumen & Rubrik Asesmen Pembelajaran ( <i>LKM</i> ).....                                                      | 57                                  |
| Lampiran 9. Instrumen & Rubrik Asesmen (Output D-PjBL) ....                                                                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| Lampiran 10. Instrumen Penilaian Unjuk Kerja Tahap Demonstrate–Debrief (D-PjBL).....                                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

# BAB I. DESKRIPSI PERANGKAT PEMBELAJARAN

---

Perangkat pembelajaran ini merupakan bahan ajar formal yang disusun untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran Mata Kuliah Fisiologi Hewan pada Program Studi Pendidikan Biologi. Perangkat pembelajaran ini secara khusus membahas materi sistem saraf dan sistem endokrin pada hewan vertebrata dan invertebrata yang memiliki karakteristik konseptual kompleks dan menuntut kemampuan analisis serta pemecahan masalah.

Perangkat pembelajaran ini dirancang berbasis Model *Digital Project-Based Learning* (D-PjBL) dengan menerapkan sintaks 6D (*Define, Design, Develop, Demonstrate, Debrief, dan Disseminate*). Model pembelajaran ini digunakan sebagai pendekatan pembelajaran untuk memfasilitasi keterlibatan aktif mahasiswa dalam memahami konsep fisiologi hewan melalui penyelesaian proyek digital yang kontekstual.

Sebagai perangkat pembelajaran, perangkat pembelajaran ini diarahkan untuk mencapai capaian pembelajaran mata kuliah yang berfokus pada pengembangan *Conceptual Understanding* dan *problem solving skill* mahasiswa. Kedua kemampuan tersebut menjadi variabel terikat yang diukur melalui instrumen asesmen yang terintegrasi dalam kegiatan pembelajaran.

Perangkat pembelajaran ini bersifat operasional dan aplikatif, sehingga dapat digunakan secara langsung oleh dosen sebagai panduan pelaksanaan pembelajaran dan oleh mahasiswa sebagai sumber belajar mandiri. Perangkat pembelajaran ini juga dapat dimanfaatkan sebagai perangkat perlakuan dalam penelitian pembelajaran yang menerapkan model D-PjBL.

Dengan karakteristik tersebut, perangkat pembelajaran ini diharapkan mampu mendukung pembelajaran Fisiologi Hewan yang bermakna, kontekstual, dan relevan dengan kebutuhan pengembangan kompetensi mahasiswa calon guru biologi.

Pengembangan model D-PjBL dalam penelitian ini didasarkan pada prinsip keselarasan antara capaian pembelajaran, aktivitas belajar, dan asesmen sebagai fondasi perancangan pembelajaran yang efektif. Prinsip tersebut bersifat universal dalam pendidikan tinggi dan dapat diterapkan dalam berbagai desain kurikulum yang berorientasi pada pembelajaran aktif dan pengembangan kompetensi. Oleh karena itu, model yang dikembangkan memiliki fleksibilitas implementasi dan tidak terikat pada struktur kurikulum tertentu, melainkan pada kebutuhan pembelajaran dan karakteristik materi.

## PETUNJUK PENGGUNAAN PERANGKAT PEMBELAJARAN

Bagi Dosen

1. Gunakan perangkat pembelajaran ini sebagai panduan implementasi pembelajaran berbasis model D-PjBL.
2. Fasilitasi setiap tahap sintaks 6D secara konsisten.
3. Berikan umpan balik pada setiap tahap proyek.
4. Gunakan instrumen asesmen yang telah disediakan.

Bagi Mahasiswa

1. Pelajari materi secara mandiri sebelum perkuliahan.
2. Ikuti setiap tahap proyek sesuai LKM.
3. Bekerja secara kolaboratif dalam kelompok.
4. Menghasilkan produk digital sebagai output pembelajaran.

## BAB II. POSISI PERANGKAT PEMBELAJARAN DALAM PEMBELAJARAN (RPS & CPMK)

---

### A. Kedudukan Perangkat pembelajaran dalam Kurikulum

Perangkat pembelajaran ini merupakan turunan langsung dari Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Mata Kuliah Fisiologi Hewan yang disusun berdasarkan pendekatan kurikulum *Outcome-Based Education* (OBE). Dalam kurikulum OBE, proses pembelajaran dirancang secara sistematis untuk memastikan tercapainya capaian pembelajaran yang telah ditetapkan.

Perangkat pembelajaran ini digunakan sebagai perangkat pembelajaran untuk memfasilitasi pencapaian Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) dan Sub-CPMK yang telah dirumuskan dalam kurikulum Program Studi Pendidikan Biologi. Seluruh aktivitas pembelajaran, materi, serta penugasan dalam perangkat pembelajaran dirancang secara terarah agar mendukung ketercapaian hasil belajar yang diharapkan sesuai dengan prinsip kurikulum OBE.

Dalam pelaksanaannya, perangkat pembelajaran ini digunakan pada topik pembelajaran sistem saraf dan sistem endokrin pada hewan vertebrata dan invertebrata, yang dialokasikan dalam beberapa pertemuan pembelajaran sesuai dengan struktur RPS. Perangkat pembelajaran ini menjadi acuan bagi dosen dalam merancang aktivitas pembelajaran serta bagi mahasiswa dalam melaksanakan proses belajar secara terarah, sistematis, dan berorientasi pada pencapaian hasil belajar (*learning outcomes*).

### B. Keterkaitan Perangkat pembelajaran dengan CPMK dan Sub-CPMK

Capaian pembelajaran dalam perangkat pembelajaran ini dirancang untuk mendukung pencapaian CPMK Mata Kuliah Fisiologi Hewan, khususnya pada aspek penguasaan konsep fisiologi hewan dan kemampuan pemecahan masalah berbasis kasus.

Secara operasional, keterkaitan perangkat pembelajaran dengan CPMK dan Sub-CPMK dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan konsep sistem saraf dan sistem endokrin pada hewan vertebrata dan invertebrata.
2. Mahasiswa mampu menganalisis permasalahan fisiologis yang berkaitan dengan mekanisme regulasi dan koordinasi sistem tubuh hewan.
3. Mahasiswa mampu merancang solusi dan produk edukatif digital berbasis konsep fisiologi hewan melalui pembelajaran berbasis proyek.

### C. Peran Perangkat pembelajaran sebagai Perangkat Implementasi Pembelajaran

Dalam konteks pembelajaran, perangkat pembelajaran ini berfungsi sebagai:

1. Panduan pembelajaran bagi dosen, khususnya dalam menerapkan model D-PjBL dengan sintaks 6D secara konsisten.
2. Sumber belajar utama bagi mahasiswa yang memuat materi, aktivitas pembelajaran, dan tugas proyek.
3. Perangkat asesmen pembelajaran, karena perangkat pembelajaran ini dilengkapi dengan LKM, instrumen tes Conceptual Understanding, dan rubrik penilaian problem solving skill.

Dengan demikian, perangkat pembelajaran ini tidak hanya berfungsi sebagai bahan bacaan, tetapi juga sebagai perangkat operasional yang mengintegrasikan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran Fisiologi Hewan berbasis model D-PjBL.

Dengan karakteristik tersebut, perangkat pembelajaran ini diharapkan mampu mendukung pembelajaran Fisiologi Hewan yang bermakna, kontekstual, dan relevan dengan kebutuhan pengembangan kompetensi mahasiswa calon guru biologi.

## BAB III. RINGKASAN MODEL *DIGITAL -PROJECT BASED LEARNING* (D-PjBL)

---

### A. Gambaran Umum Model D-PjBL

Model *Digital-Project Based Learning* (D-PjBL) merupakan model pembelajaran yang mengintegrasikan model *Project-Based Learning* dengan pemanfaatan teknologi digital dalam proses pembelajaran. Model ini menempatkan mahasiswa sebagai subjek aktif yang terlibat dalam penyelesaian masalah melalui kegiatan proyek yang menuntut eksplorasi konsep, kolaborasi, serta pengembangan produk digital.

Dalam perangkat pembelajaran ini, model D-PjBL digunakan sebagai pendekatan pembelajaran untuk memfasilitasi mahasiswa dalam memahami konsep fisiologi hewan secara lebih mendalam sekaligus mengembangkan kemampuan problem solving melalui kegiatan proyek yang kontekstual. Melalui proyek digital, mahasiswa tidak hanya mempelajari konsep secara teoretis, tetapi juga menerapkan dalam bentuk produk edukatif yang relevan dengan konteks pembelajaran biologi.

Penjelasan teoritis mengenai pengembangan model D-PjBL secara lengkap disajikan dalam Manual Book Model D-PjBL, sedangkan pada perangkat pembelajaran ini disajikan ringkasan operasional yang digunakan sebagai panduan pelaksanaan pembelajaran.

### B. Sintaks Model D-PjBL (6D)

Penerapan model D-PjBL dalam perangkat pembelajaran ini mengacu pada sintaks 6D, yaitu *Define, Design, Develop, Demonstrate, Debrief*, dan *Disseminate*. Keenam tahapan tersebut dirancang sebagai alur pembelajaran yang sistematis untuk memfasilitasi mahasiswa dalam memahami konsep dan memecahkan permasalahan secara kolaboratif.

1. *Define*  
Mahasiswa mengidentifikasi dan memahami permasalahan fisiologi hewan yang disajikan melalui studi kasus atau fenomena kontekstual.
2. *Design*  
Mahasiswa merancang solusi dan perencanaan proyek digital berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi.
3. *Develop*  
Mahasiswa mengembangkan produk proyek digital sesuai dengan rancangan yang telah disusun.
4. *Demonstrate*  
Mahasiswa mempresentasikan hasil proyek digital yang telah dikembangkan kepada dosen dan mahasiswa lain.
5. *Debrief*  
Mahasiswa melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran dan mengevaluasi solusi yang telah dikembangkan.
6. *Disseminate*  
Mahasiswa menyebarluaskan produk proyek digital melalui media pembelajaran atau platform digital yang relevan.

Sintaks tersebut memungkinkan mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang aktif, kolaboratif, dan berorientasi pada penyelesaian masalah.

### C. Peran Dosen dan Mahasiswa dalam Pembelajaran berbasis Model D-PjBL

Dalam implementasi model D-PjBL pada perangkat pembelajaran ini, dosen berperan sebagai fasilitator, pembimbing, dan evaluator pembelajaran, sedangkan mahasiswa berperan sebagai perancang, pelaksana, dan evaluator proyek pembelajaran.

Dosen memfasilitasi proses pembelajaran dengan menyediakan permasalahan kontekstual, memberikan arahan terhadap perencanaan proyek, serta memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran. Sementara itu, mahasiswa secara aktif terlibat dalam mengidentifikasi masalah, merancang solusi, mengembangkan produk digital, serta merefleksikan proses pembelajaran yang telah dilakukan.

Pembagian peran tersebut memungkinkan terciptanya pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dan mendukung pencapaian capaian pembelajaran yang telah ditetapkan dalam RPS.

#### **D. Alur Pembelajaran berbasis Model D-PjBL dalam Perangkat pembelajaran**

Penerapan sintaks D-PjBL dalam perangkat pembelajaran ini diintegrasikan dengan aktivitas pembelajaran, produk proyek digital, serta bentuk asesmen yang digunakan. Hubungan tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3.1. Alur Pembelajaran berbasis Model D-PjBL dalam Perangkat pembelajaran

| <b>Tahap D-PjBL</b> | <b>Aktivitas Mahasiswa</b>                                   | <b>Produk yang Dihasilkan</b> | <b>Asesmen</b>                     |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| <i>Define</i>       | Mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan fisiologis    | Rumusan masalah               | LKM analisis masalah               |
| <i>Design</i>       | Merancang solusi dan rencana proyek digital                  | Proposal proyek               | Penilaian rancangan proyek         |
| <i>Develop</i>      | Mengembangkan produk digital berbasis konsep fisiologi hewan | Media digital / produk proyek | Observasi proses dan rubrik proyek |
| <i>Demonstrate</i>  | Mempresentasikan hasil proyek                                | Presentasi produk digital     | Penilaian presentasi               |
| <i>Debrief</i>      | Merefleksikan proses dan hasil pembelajaran                  | Refleksi pembelajaran         | Refleksi tertulis                  |
| <i>Disseminate</i>  | Mempublikasikan produk digital                               | Produk digital terpublikasi   | Penilaian produk                   |

Melalui alur pembelajaran tersebut, mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang sistematis dalam memahami konsep fisiologi hewan sekaligus mengembangkan kemampuan problem solving dan literasi digital.

#### **E. Keterkaitan Model D-PjBL dengan Conceptual Understanding dan Problem Solving Skill**

Penerapan model D-PjBL dalam perangkat pembelajaran ini diarahkan untuk mendukung pencapaian Conceptual Understanding dan *problem solving skill* mahasiswa. Aktivitas pembelajaran berbasis proyek memungkinkan mahasiswa mengeksplorasi konsep fisiologi hewan secara mendalam melalui analisis masalah, perancangan solusi, serta pengembangan produk digital.

Proses tersebut mendorong mahasiswa untuk mengaitkan konsep yang dipelajari dengan permasalahan nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual. Dengan demikian, model D-PjBL berfungsi sebagai strategi pembelajaran yang mendukung pencapaian capaian pembelajaran mata kuliah Fisiologi Hewan.

## BAB IV. CAPAIAN PEMBELAJARAN DAN INDIKATOR

---

### A. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) yang Dibebankan pada Mata Kuliah

Pembelajaran pada mata kuliah Fisiologi Hewan dalam perangkat pembelajaran ini mengacu pada Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) Program Studi Pendidikan Biologi yang relevan dengan penguasaan konsep fisiologi hewan serta kemampuan pemecahan masalah melalui pembelajaran berbasis proyek digital.

CPL yang dibebankan pada mata kuliah ini meliputi:

#### 1. Sikap

- **S9:** Menunjukkan sikap bertanggung jawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri.
- **S11:** Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik.

#### 2. Pengetahuan

- **P1:** Menguasai konsep, prinsip, teori, dan prosedur dasar dalam bidang keilmuan Biologi sesuai perkembangan keilmuan serta pembelajarannya di sekolah dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.

#### 3. Keterampilan Umum

- **KU1:** Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi.
- **KU2:** Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur.

#### 4. Keterampilan Khusus

- **KK1:** Mampu menerapkan penguasaan konsep, prinsip, teori, dan prosedur dasar dalam bidang keilmuan biologi sesuai perkembangan keilmuan serta pembelajarannya di sekolah.
- **KK5:** Mampu mengaplikasikan teknologi informasi dan komunikasi yang relevan untuk pengembangan mutu pendidikan.

CPL tersebut menjadi dasar dalam perumusan capaian pembelajaran mata kuliah serta aktivitas pembelajaran yang dikembangkan dalam perangkat pembelajaran berbasis model *D-PjBL*.

### B. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

Berdasarkan CPL yang dibebankan pada mata kuliah, capaian pembelajaran mata kuliah Fisiologi Hewan yang relevan dengan penggunaan perangkat pembelajaran ini meliputi:

#### CPMK-1

Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan konsep sistem saraf dan sistem endokrin pada hewan vertebrata dan invertebrata sesuai perkembangan keilmuan biologi.

#### CPMK-2

Mahasiswa mampu memecahkan permasalahan fisiologis melalui pembelajaran berbasis proyek dengan memanfaatkan teknologi digital.

#### CPMK-3

Mahasiswa mampu mengaplikasikan *Conceptual Understanding* dan kemampuan pemecahan masalah fisiologi hewan dalam bentuk produk edukatif digital yang komunikatif dan ilmiah.

Ketiga CPMK tersebut menjadi landasan dalam perancangan aktivitas pembelajaran, tugas proyek, serta asesmen yang terintegrasi dalam perangkat pembelajaran berbasis Model *D-PjBL*.

### C. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK)

Sub-CPMK yang dikembangkan melalui perangkat pembelajaran ini meliputi:

1. Mahasiswa mampu menjelaskan struktur dan fungsi sistem saraf pada hewan vertebrata dan invertebrata.
2. Mahasiswa mampu menjelaskan struktur, jenis hormon, dan mekanisme kerja sistem endokrin pada hewan.

3. Mahasiswa mampu menganalisis keterkaitan sistem saraf dan sistem endokrin dalam mekanisme regulasi dan homeostasis tubuh hewan.
4. Mahasiswa mampu mengidentifikasi dan memecahkan permasalahan fisiologis berbasis kasus menggunakan pendekatan sistematis.
5. Mahasiswa mampu merancang dan mengembangkan produk digital edukatif yang merepresentasikan konsep fisiologi hewan.

Sub-CPMK tersebut dirancang untuk mendukung ketercapaian Conceptual Understanding serta kemampuan pemecahan masalah mahasiswa melalui aktivitas pembelajaran berbasis proyek digital.

#### **D. Indikator Pencapaian Pembelajaran**

Indikator pencapaian pembelajaran digunakan untuk mengukur ketercapaian capaian pembelajaran mata kuliah, khususnya dalam aspek Conceptual Understanding dan problem solving skill mahasiswa. Indikator yang digunakan meliputi:

1. Menjelaskan struktur dan fungsi sistem saraf serta sistem endokrin pada hewan secara benar dan sistematis.
2. Mengaitkan konsep sistem saraf dan sistem endokrin dalam mekanisme regulasi fisiologis tubuh hewan.
3. Mengidentifikasi permasalahan fisiologis berdasarkan studi kasus yang diberikan.
4. Merancang strategi pemecahan masalah fisiologis secara logis dan berbasis konsep ilmiah.
5. Mengevaluasi solusi dan hasil proyek digital berdasarkan konsep fisiologi hewan.

Pencapaian indikator tersebut dioperasionalkan melalui Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis sintaks 6D yang memuat studi kasus, pertanyaan pemantik, serta panduan pengembangan proyek digital mahasiswa. Pencapaian CPMK dan Sub-CPMK dalam perangkat pembelajaran ini dioperasionalkan melalui aktivitas pembelajaran yang mengacu pada sintaks 6D sebagaimana dijelaskan pada Bab III. Setiap tahapan sintaks tersebut dirancang untuk memfasilitasi mahasiswa dalam memahami konsep fisiologi hewan secara mendalam sekaligus mengembangkan kemampuan pemecahan masalah melalui kegiatan proyek digital yang kontekstual.

## **BAB V. PETA KONSEP MATERI SISTEM SARAF DAN SISTEM ENDOKRIN**

---

### **A. Ruang Lingkup Materi**

Materi dalam perangkat pembelajaran ini mencakup kajian sistem regulasi dan koordinasi pada hewan yang terdiri atas sistem saraf dan sistem endokrin pada hewan vertebrata dan invertebrata. Ruang lingkup materi dirancang untuk memberikan Conceptual Understanding yang utuh serta keterkaitan antarsistem dalam menjaga homeostasis tubuh hewan.

Ruang lingkup materi sistem saraf meliputi struktur dan fungsi neuron, mekanisme hantaran impuls, organisasi sistem saraf pada hewan invertebrata dan vertebrata, serta gangguan atau kasus sederhana terkait sistem saraf. Sementara itu, materi sistem endokrin meliputi kelenjar endokrin, jenis dan fungsi hormon, mekanisme kerja hormon, serta peran sistem endokrin dalam regulasi fisiologis.

Materi sistem saraf dan sistem endokrin dalam perangkat pembelajaran ini dipilih karena memiliki karakteristik konseptual yang kompleks serta menuntut pemahaman hubungan antar konsep fisiologis. Karakteristik tersebut menjadikan topik ini sesuai untuk dipelajari melalui model D-PjBL yang menekankan eksplorasi masalah, analisis konsep, serta pengembangan solusi dalam bentuk proyek digital. Dengan pendekatan ini, mahasiswa tidak hanya mempelajari konsep secara teoretis, tetapi juga dilatih mengaitkan konsep fisiologi hewan dengan permasalahan nyata melalui kegiatan proyek pembelajaran.

### **B. Peta Konsep Sistem Saraf**

Peta konsep sistem saraf dalam perangkat pembelajaran ini disusun untuk menunjukkan hubungan antara komponen struktural dan fungsional sistem saraf pada hewan. Secara konseptual, sistem saraf terdiri atas:

1. Neuron dan sel pendukung sebagai unit dasar sistem saraf.
2. Hantaran impuls saraf yang melibatkan potensial aksi dan sinaps.
3. Organisasi sistem saraf pada hewan invertebrata (jaringan saraf, ganglion) dan vertebrata (sistem saraf pusat dan perifer).
4. Fungsi koordinasi dan regulasi respons tubuh terhadap rangsang.

Hubungan antar konsep tersebut menjadi dasar bagi mahasiswa dalam memahami mekanisme kerja sistem saraf serta menganalisis permasalahan fisiologis yang berkaitan dengan gangguan sistem saraf.

### **C. Peta Konsep Sistem Endokrin**

Peta konsep sistem endokrin disusun untuk memperlihatkan keterkaitan antara kelenjar, hormon, dan respons fisiologis tubuh hewan. Secara konseptual, sistem endokrin melibatkan:

1. Kelenjar endokrin sebagai penghasil hormon.
2. Hormon sebagai pembawa pesan kimia.
3. Mekanisme kerja hormon yang melibatkan reseptor dan organ target.
4. Regulasi dan umpan balik (feedback) dalam menjaga keseimbangan fisiologis.

Peta konsep ini membantu mahasiswa memahami bagaimana sistem endokrin bekerja secara terpadu dan berperan dalam menjaga homeostasis.

#### **D. Integrasi Konsep Sistem Saraf dan Sistem Endokrin**

Integrasi konsep sistem saraf dan sistem endokrin menekankan pada keterkaitan kedua sistem dalam mengatur dan mengoordinasikan berbagai fungsi fisiologis tubuh hewan. Sistem saraf berperan dalam menyampaikan impuls listrik dan sinyal kimia melalui neurotransmitter secara cepat dan spesifik, sedangkan sistem endokrin bekerja melalui sekresi hormon ke dalam aliran darah yang menghasilkan respons lebih lambat namun bersifat luas dan berdampak jangka panjang. Kedua sistem ini tidak bekerja secara terpisah, melainkan saling berinteraksi untuk menjaga kestabilan internal tubuh (homeostasis).

Hubungan antara sistem saraf dan sistem endokrin dapat diamati, antara lain, melalui mekanisme kerja hipotalamus dan kelenjar hipofisis sebagai pusat integrasi neuroendokrin. Hipotalamus menerima informasi dari sistem saraf, kemudian mengontrol pelepasan hormon oleh hipofisis yang selanjutnya memengaruhi aktivitas kelenjar endokrin lain. Mekanisme ini menunjukkan bahwa respons fisiologis tubuh hewan merupakan hasil koordinasi yang kompleks antara sinyal saraf dan sinyal hormonal.

Pemahaman integrasi kedua sistem ini menjadi landasan penting bagi mahasiswa dalam menganalisis permasalahan fisiologis yang melibatkan gangguan regulasi dan koordinasi tubuh hewan, seperti respons stres, pertumbuhan, metabolisme, dan reproduksi. Melalui peta konsep integratif ini, mahasiswa diarahkan untuk mengaitkan peran sistem saraf yang bekerja cepat dengan sistem endokrin yang bekerja lebih lambat namun berdampak jangka panjang, sehingga terbentuk pemahaman yang komprehensif tentang mekanisme pengaturan fungsi tubuh hewan. Peta konsep integratif ini digunakan sebagai acuan dalam pembelajaran berbasis proyek digital agar mahasiswa mampu menerapkan konsep sistem saraf dan sistem endokrin secara terpadu dalam pemecahan masalah fisiologis.

## **BAB VI. DESAIN PEMBELAJARAN BERBASIS MODEL *DIGITAL-PROJECT BASED LEARNING* (D- PJBL) DENGAN SINTAKS 6D**

---

### **A. Rasional Desain Pembelajaran**

Desain pembelajaran dalam perangkat pembelajaran ini disusun untuk mengimplementasikan Model D-PjBL sebagai strategi pembelajaran yang berorientasi pada capaian pembelajaran berbasis luaran. Model D-PjBL diteraCUan untuk memfasilitasi mahasiswa dalam membangun Conceptual Understanding yang mendalam serta mengembangkan kemampuan problem solving melalui keterlibatan aktif dalam proyek digital yang kontekstual.

Materi sistem saraf dan sistem endokrin pada hewan vertebrata dan invertebrata dipilih karena bersifat abstrak, kompleks, dan menuntut kemampuan integratif antar konsep. Oleh karena itu, penerapan model D-PjBL diharapkan mampu menjembatani kesenjangan antara konsep teoretis dengan fenomena fisiologis nyata melalui kegiatan berbasis proyek yang terstruktur dan bermakna.

### **B. Tujuan Pembelajaran dalam Implementasi Model D-PjBL**

Penerapan desain pembelajaran berbasis model D-PjBL dalam perangkat pembelajaran ini bertujuan untuk:

1. Memfasilitasi mahasiswa dalam memahami konsep sistem saraf dan sistem endokrin secara komprehensif dan terintegrasi.
2. Mengembangkan kemampuan problem solving mahasiswa melalui penyelesaian masalah fisiologis berbasis kasus nyata.
3. Mendorong mahasiswa untuk menerapkan konsep fisiologi hewan dalam produk proyek digital yang relevan dengan konteks pembelajaran.
4. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan reflektif melalui tahapan pembelajaran berbasis proyek.

### **C. Sintaks 6D Model D-PjBL**

Desain pembelajaran dalam perangkat pembelajaran ini mengacu pada sintaks 6D, yang meliputi tahapan *Define*, *Design*, *Develop*, *Demonstrate*, *Debrief*, dan *Disseminate*. Setiap tahapan dirancang secara sistematis untuk mendukung pencapaian Conceptual Understanding dan *problem solving skill* mahasiswa.

### **D. Tahapan Pembelajaran Berbasis Model D-PjBL**

Tahapan pembelajaran dalam perangkat pembelajaran ini mengacu pada sintak 6D model D-PjBL. Keenam tahapan tersebut dirancang sebagai alur pembelajaran yang sistematis dan berpusat pada mahasiswa untuk memfasilitasi keterlibatan aktif dalam pembelajaran berbasis proyek.

Setiap tahapan pembelajaran diimplementasikan secara terintegrasi melalui kegiatan yang tertuang dalam Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), sehingga mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang terarah dalam memahami permasalahan fisiologis, merancang dan mengembangkan solusi, serta merefleksikan dan menyebarluaskan hasil pembelajaran. Penerapan sintak 6D model D-PjBL ini diharapkan mampu mendukung pencapaian Conceptual Understanding dan *problem solving skill* mahasiswa secara optimal.

Tabel 6.1 Keterkaitan Sintaks 6D model D-PjBL dengan Aktivitas Pembelajaran

| <b>Tahap D-PjBL</b> | <b>Aktivitas Mahasiswa</b>                                   | <b>Produk</b>     | <b>Asesmen</b>       |
|---------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| <i>Define</i>       | Mengidentifikasi masalah fisiologi hewan melalui studi kasus | Rumusan masalah   | LKM analisis masalah |
| <i>Design</i>       | Merancang solusi dan rencana proyek digital                  | Proposal proyek   | Penilaian rancangan  |
| <i>Develop</i>      | Mengembangkan produk digital berbasis konsep fisiologi       | Media digital     | Observasi proses     |
| <i>Demonstrate</i>  | Mempresentasikan hasil proyek                                | Presentasi proyek | Rubrik presentasi    |
| <i>Debrief</i>      | Merefleksikan proses pembelajaran                            | Refleksi          | Refleksi tertulis    |
| <i>Disseminate</i>  | Mempublikasikan produk digital                               | Produk digital    | Penilaian produk     |

Tabel tersebut menunjukkan keterkaitan antara sintaks model D-PjBL dengan aktivitas pembelajaran, produk proyek digital, serta bentuk asesmen yang digunakan dalam perangkat pembelajaran ini.

#### **E. Keterkaitan model D-PjBL dengan Conceptual Understanding dan *Problem Solving Skill***

Desain pembelajaran model D-PjBL dalam perangkat pembelajaran ini secara langsung diarahkan untuk mengembangkan Conceptual Understanding melalui eksplorasi materi secara mendalam dan kontekstual, serta *problem solving skill* melalui tahapan proyek yang menuntut analisis masalah, perencanaan solusi, implementasi, dan refleksi. Dengan demikian, model D-PjBL berfungsi sebagai strategi pembelajaran yang efektif untuk mencapai capaian pembelajaran mata kuliah Fisiologi Hewan.

## BAB VII. PERANGKAT PEMBELAJARAN PENDUKUNG IMPLEMENTASI MODEL D-PJBL

---

### A. Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

Rencana Pembelajaran Semester (RPS) merupakan dokumen perencanaan pembelajaran yang menjadi dasar implementasi perangkat pembelajaran ini. RPS disusun berdasarkan capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK) serta sub-capaian pembelajaran mata kuliah (Sub-CPMK) yang diarahkan pada penguatan Conceptual Understandingtual dan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa.

RPS mata kuliah Fisiologi Hewan yang digunakan dalam perangkat pembelajaran ini disajikan secara lengkap pada Lampiran 1.

### B. Satuan Acara Perkuliahan (SAP)

Satuan Acara Perkuliahan (SAP) disusun sebagai panduan pelaksanaan pembelajaran pada setiap pertemuan. SAP dirancang selaras dengan sintaks 6D (*define, design, develop, demonstrate, debrief, dan disseminate*).

SAP memuat tujuan pembelajaran, materi pokok, aktivitas pembelajaran, media, serta asesmen yang digunakan pada setiap pertemuan. SAP perkuliahan disusun untuk enam kali pertemuan dan disajikan secara lengkap pada Lampiran 2 dan Lampiran 3.

### C. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM)

Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) digunakan sebagai panduan aktivitas mahasiswa dalam melaksanakan pembelajaran berbasis proyek digital. LKM dirancang untuk memfasilitasi mahasiswa dalam memahami konsep sistem saraf dan sistem endokrin serta mengembangkan problem solving skill melalui analisis permasalahan fisiologis.

LKM berbasis Model D-PjBL disajikan secara lengkap pada Lampiran 4.

### D. Bahan Ajar

Bahan ajar dalam perangkat pembelajaran ini disusun untuk mendukung pembelajaran mandiri mahasiswa dan menjadi referensi utama dalam pelaksanaan proyek digital. Bahan ajar memuat ringkasan materi, peta konsep, ilustrasi, serta contoh kasus yang relevan dengan sistem saraf dan sistem endokrin pada hewan vertebrata dan invertebrata.

Bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran disajikan pada Lampiran 8.

### E. Media Pembelajaran

Media pembelajaran yang digunakan dalam perangkat pembelajaran ini berbasis digital dan disesuaikan dengan karakteristik pembelajaran berbasis model D-PjBL. Media pembelajaran berfungsi untuk mendukung proses kolaborasi, eksplorasi konsep, dan pengembangan produk proyek digital oleh mahasiswa.

Media pembelajaran yang digunakan disajikan pada Lampiran 7.

### F. Asesmen Pembelajaran

Asesmen pembelajaran dirancang untuk mengukur ketercapaian Conceptual Understanding dan *problem solving skill* mahasiswa. Asesmen meliputi tes Conceptual Understanding (*pre-test* dan *post-test*), penilaian proses pembelajaran berbasis proyek, penilaian produk proyek digital, serta refleksi diri mahasiswa.

Instrumen asesmen dan rubrik penilaian disajikan secara lengkap pada Lampiran 5 dan Lampiran 6.

## DAFTAR PUSTAKA

---

- Hill, R. W., Wyse, G. A., & Anderson, M. (2016). *Animal Physiology*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Moyes, C. D., & Schulte, P. M. (2021). *Principles of Animal Physiology*. Pearson Education.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138.
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39–43.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. Maidenhead: Open University Press.
- Kemendikbud. (2020). *Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

# LAMPIRAN

---

## Lampiran 1. Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Mata Kuliah Fisiologi Hewan

### RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER (RPS)

|  | PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |           |          | KODE DOKUMEN:  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|----------|----------------|
| RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER                                                     |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |           |          |                |
| MATA KULIAH                                                                       | KODE                              | RUMPUN MK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | BOBOT (SKS) |           | SEMESTER | TGL PENYUSUNAN |
| Fisiologi Hewan                                                                   | 3222331635                        | Ilmu Inti Biologi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | T : 2 sks   | P : 1 sks | Gasal    | Agustus 2025   |
| Capaian Pembelajaran (CP)                                                         | CPL-PRODI yang dibebankan pada MK |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |           |          |                |
|                                                                                   | Sikap (S)                         | S9. Menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri<br>S11. Menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademika                                                                                                                                                                           |             |           |          |                |
|                                                                                   | Pengetahuan (P)                   | P1. Menguasai konsep, prinsip, teori dan prosedur dasar dalam bidang keilmuan Biologi sesuai perkembangan keilmuan serta pembelajarannya di sekolah dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal                                                                                                                              |             |           |          |                |
|                                                                                   | Keterampilan Umum (KU)            | KU1. Mampu menerapkan berfikir logis kritis, logis, sistematis dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang berdasarkan nilai humaniora dan memperhatikan potensi lokal yang sesuai dengan bidang keahliannya.<br>KU2. Mampu menunjukkan kinerja mandiri, bermutu, dan terukur. |             |           |          |                |

|  |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Keterampilan Khusus (KK)                       | <p>KK1. Mampu menerapkan penguasaan konsep, prinsip, teori dan prosedur dasar dalam bidang keilmuan Biologi sesuai perkembangan keilmuan serta pembelajarannya di sekolah dengan mengkomodasi potensi dan kearifan lokal (Asal)</p> <p>KK5. Mampu mengaplikasikan teknologi informasi dan komunikasi yang relevan untuk pengembangan mutu pendidikan berbasis potensi lokal.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  | <b>Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|  | CPMK-1                                         | <p>Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan konsep sistem saraf dan endokrin sesuai perkembangan keilmuan serta pembelajarannya di sekolah dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal sehingga mampu menunjukkan kinerja mandiri serta menerapkan penguasaan konsep, prinsip, teori sesuai perkembangan ilmu pengetahuan, secara bertanggungjawab dan mandiri (P1, KU1, KU2, KK1, S9)</p> <p><b>Sub CPMK :</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Menjelaskan struktur dan fungsi neuron serta jaringan pendukungnya pada sistem saraf hewan.</li> <li>1.2. Mendeskripsikan mekanisme penghantaran impuls saraf dan transmisi sinaps pada hewan.</li> <li>1.3. Menganalisis perbedaan sistem saraf pusat, tepi, somatik, dan otonom pada hewan.</li> <li>1.4. Menjelaskan struktur, jenis hormon, dan mekanisme kerja sistem endokrin pada hewan.</li> <li>1.5. Menganalisis keterkaitan sistem saraf dan sistem endokrin dalam menjaga homeostasis hewan.</li> </ol> <p><b>Level kognitif:</b> C2–C4</p> <p><b>Fokus:</b> Conceptual Understanding</p> |
|  | CPMK-2                                         | <p>Mahasiswa mampu memecahkan masalah berbasis proyek dengan memanfaatkan teknologi digital serta pembelajarannya di sekolah dengan memperhatikan potensi dan kearifan local sehingga mampu menunjukkan kinerja mandiri serta menerapkan penguasaan konsep, prinsip, teori sesuai perkembangan ilmu pengetahuan, dengan menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri dan menginternalisasi nilai, norma, dan etika akademik (P1, KU2, KK1, S9, S11)</p> <p><b>Sub CPMK :</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |        | <p>2.1. Mengidentifikasi permasalahan pembelajaran atau fenomena fisiologis terkait sistem saraf dan endokrin.</p> <p>2.2. Merumuskan solusi berbasis konsep fisiologi hewan melalui pendekatan proye</p> <p>2.3. Merancang strategi pemecahan masalah menggunakan media dan teknologi digital yang relevan</p> <p>2.4. Menerapkan langkah pemecahan masalah secara sistematis (identifikasi masalah, analisis, solusi, evaluasi).</p> <p>2.5. Mengevaluasi efektivitas solusi atau produk digital yang dikembangkan berdasarkan umpan balik.</p> <p><b>Level kognitif:</b> C2–C6</p> <p><b>Fokus</b> Conceptual Understanding (C2–C4) dan kemampuan pemecahan masalah (C4–C6/HOTS)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|  | CPMK-3 | <p>Mahasiswa mampu mengaplikasikan Conceptual Understanding dan kemampuan pemecahan masalah fisiologi hewan dalam bentuk produk edukatif digital sesuai perkembangan keilmuan serta pembelajarannya di sekolah dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal sehingga mampu menunjukkan kinerja mandiri serta menerapkan penguasaan konsep, prinsip, teori sesuai perkembangan ilmu pengetahuan, dengan menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri (P1, KU2, KK1, S9)</p> <p><b>Sub CPMK :</b></p> <p>3.1. Merancang konsep produk edukatif digital sesuai tujuan pembelajaran fisiologi hewan.</p> <p>3.2. Mengembangkan produk digital (infografis, video, animasi, atau media interaktif) berbasis sistem saraf dan endokrin.</p> <p>3.3. Menyajikan produk digital secara lisan dan visual dengan komunikasi ilmiah yang efektif.</p> <p>3.4. Merevisi dan menyempurnakan produk digital berdasarkan masukan dosen dan teman sejawat.</p> <p>3.5. Mempublikasikan produk digital pada platform yang relevan sebagai media pembelajaran biologi.</p> <p><b>Level kognitif:</b> C5–C6</p> |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Fokus:</b> Conceptual Understanding dan kemampuan pemecahan masalah yang diwujudkan dalam produk edukatif digital |
| <b>Deskripsi Singkat Mata Kuliah</b>    | Mata kuliah fisiologi hewan merupakan mata kuliah dasar program studi dan bersifat wajib ditempuh bagi mahasiswa program studi S1 Pendidikan Biologi dengan bobot 3 sks. Mata kuliah ini mengkaji keseluruhan mekanisme fungsi sistem saraf & sistem hormon serta aplikasinya dalam menjaga homeostasis pada hewan baik invertebrate maupun vertebrata. Pembelajaran menggunakan model <i>Digital Project-Based Learning</i> (D-PjBL) untuk mengembangkan Conceptual Understanding dan keterampilan pemecahan masalah mahasiswa melalui pembuatan produk digital edukatif.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                      |
| <b>Bahan Kajian Materi Pembelajaran</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem saraf: struktur, fungsi, mekanisme impuls saraf, sistem saraf pusat &amp; tepi, sistem saraf otonom, refleks.</li> <li>2. Sistem endokrin: kelenjar, hormon, mekanisme kerja hormon, integrasi saraf-endokrin.</li> <li>3. Aplikasi teknologi digital dalam pembelajaran biologi</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                      |
| <b>Referensi</b>                        | <b>Utama</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                      |
|                                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hill, R. W., Wyse, G. A., &amp; Anderson, M. (2016). <i>Animal physiology</i> (4th ed.). Sinauer Associates.</li> <li>2. Moyes, C. D., &amp; Schulte, P. M. (2021). <i>Principles of animal physiology</i> (3rd ed.). Pearson Canada.</li> <li>3. Randall, D. J., Burggren, W. W., &amp; French, K. (1997). <i>Eckert animal physiology: Mechanisms and adaptations</i> (4th ed.). W. H. Freeman and Company.</li> <li>4. Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., &amp; Reece, J. B. (2025). <i>Campbell biology</i> (12th ed.).</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                      |
|                                         | <b>Pendukung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                      |
|                                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jayanti, U. N. A. D. (2021). Problem based learning dipadu jigsaw berbasis lesson study: Upaya pemberdayaan literasi informasi mahasiswa biologi di era digital. <i>Biolokus: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi</i>, 4(1).<br/><a href="https://jurnaltarbiyah.uinsu.ac.id/index.php/biolokus/article/view/983">https://jurnaltarbiyah.uinsu.ac.id/index.php/biolokus/article/view/983</a></li> <li>2. Marianti, A. (2013). Pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan jelajah alam sekitar sebagai model perkuliahan fisiologi hewan. <i>Proceeding Biology Education Conference</i>.<br/><a href="https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/6330">https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/6330</a></li> <li>3. Marianti, A. (2013). Pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan jelajah alam sekitar sebagai model perkuliahan fisiologi hewan. <i>Proceeding Biology Education Conference</i>.</li> </ol> |                                                                                                                      |
| Teknik Asesmen                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                      |

|  | Komponen<br>Penilaian            | Persentase | CPMK |     |     |
|--|----------------------------------|------------|------|-----|-----|
|  |                                  |            | 1    | 2   | 3   |
|  | Tugas /Laporan<br>praktikum/ LKM | 20         |      | 10% | 10% |
|  | Project/Product                  | 50         | 10%  | 20% | 20% |
|  | Aktifitas /Partisipasi           | 10         | 3%   | 3%  | 4%  |
|  | Pre-test                         | 10         |      | 5%  | 5%  |
|  | Post-test                        | 10         |      | 5%  | 5%  |
|  | <b>TOTAL</b>                     | 100        | 13%  | 43% | 44% |

### ANALISIS KOMPETENSI MK FISILOGI HEWAN

| Mg ke- | Sub-CPMK (Capaian Pembelajaran Akhir)                                             | Penilaian                                                                     |                                                                                            | Bentuk Pengalaman Belajar: Pendekatan/Model/Metode/Teknik dan estimasi waktu |                                                          | Materi Pembelajaran            | Jenis & Bobot Penilaian              |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
|        |                                                                                   | Indikator                                                                     | Kriteria & Bentuk Penilaian                                                                | Luring                                                                       | Daring                                                   |                                |                                      |
| (1)    | (2)                                                                               | (3)                                                                           | (4)                                                                                        | (5)                                                                          | (6)                                                      | (7)                            | (8)                                  |
| 1      | Sub-CPMK 1 (CPMK 1)<br>Menganalisis konsep dasar dan mekanisme kerja sistem saraf | Menjelaskan struktur neuron dan mekanisme hantaran impuls saraf               | Kriteria: ketepatan dan kelengkapan konsep<br>Bentuk: Pretest & LKM konsep                 | Diskusi konsep, kajian literatur                                             | Akses materi via padlet, web, PPT                        | Sistem saraf: neuron & impuls  | Pretest 5%<br>LKM konsep 5%          |
| 2      | Sub-CPMK 2 (CPMK 2)<br>Menganalisis permasalahan fisiologis pada sistem saraf     | Mengidentifikasi masalah fisiologis berbasis kasus (Polya: understanding)     | Kriteria: kejelasan identifikasi masalah & relevansi konsep<br>Bentuk: LKM problem solving | Diskusi kasus kontekstual                                                    | Akses materi via padlet, web, PPT                        | Gangguan sistem saraf          | LKM problem solving 5%               |
| 3      | Sub-CPMK 3 (CPMK 2)<br>Merancang dan menerapkan solusi masalah sistem saraf       | Menyusun strategi dan solusi berbasis konsep (Polya: planning & carrying out) | Kriteria: ketepatan strategi dan solusi<br>Bentuk: Observasi proses & LKM proyek           | Kerja kelompok proyek                                                        | Akses materi via padlet, unggah produk digital di sosmed | Pemecahan masalah sistem saraf | Posttest : 5%<br>Aktivitas proses 5% |

|   |                                                                                               |                                                                         |                                                                                                                          |                              |                                                          |                                   |                                                                 |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 4 | Sub-CPMK 4<br>(CPMK 1)<br>Menganalisis konsep dan mekanisme kerja sistem endokrin             | Menjelaskan jenis hormon dan mekanisme kerjanya                         | Kriteria: ketepatan dan integrasi konsep<br>Bentuk: pretest parsial & LKM konsep                                         | Diskusi konsep & literatur   | Akses materi via padlet, web, PPT                        | Sistem endokrin & hormon          | Pretest konsep 5%<br>LKM konsep 5%                              |
| 5 | Sub-CPMK 5<br>(CPMK 2)<br>Menganalisis permasalahan fisiologis pada sistem endokrin           | Merumuskan masalah dan rencana solusi (Polya: understanding & planning) | Kriteria: ketepatan analisis dan perencanaan solusi<br>Bentuk: LKM problem solving                                       | Diskusi berbasis masalah     | Akses materi via padlet, web, PPT                        | Gangguan sistem endokrin          | LKM problem solving 5%                                          |
| 6 | Sub-CPMK 6<br>(CPMK 3)<br>Mengevaluasi solusi dan mengomunikasikan hasil dalam produk digital | Mengevaluasi solusi dan refleksi (Polya: looking back)                  | Kriteria: akurasi konsep, kualitas problem solving, refleksi<br>Bentuk: Produk digital, observasi proses, posttest akhir | Presentasi proyek & refleksi | Akses materi via padlet, unggah produk digital di sosmed | Integrasi sistem saraf & endokrin | Produk digital 15%<br>Aktivitas proses 5%<br>Posttest akhir 10% |

Semarang, Juli 2025  
 Penyusun RPS  
 Atip Nurwahyunani, S.Si., S.Pd., M.Pd.

## Lampiran 2. Satuan Acara Perkuliahan (SAP) Pertemuan 1–3 (*Materi Sistem Saraf*)

Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 1

**Mata Kuliah** : Fisiologi Hewan

**Program Studi** : Pendidikan Biologi

**Topik** : Sistem Saraf – Struktur & Refleks

**Model/ Sintak** : D-PjBL/ *Define–Design*

**Waktu** : 3x50'

| Komponen                        | Uraian                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CPMK</b>                     | Mahasiswa mampu menganalisis struktur sistem saraf hewan dan merancang proyek digital tentang mekanisme refleks.                                                                                                                                                           |
| <b>Sub-CPMK &amp; Indikator</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan struktur sistem saraf vertebrata &amp; invertebrata.</li> <li>2. Mengidentifikasi jalur refleks sederhana pada hewan (contoh katak).</li> <li>3. Merancang proposal proyek digital terkait sistem saraf.</li> </ol>  |
| <b>Tujuan Pembelajaran</b>      | Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memahami struktur sistem saraf hewan.</li> <li>2. Mengidentifikasi mekanisme refleks sederhana.</li> <li>3. Menyusun rancangan awal proyek digital sistem saraf.</li> </ol> |
| <b>Materi Pokok</b>             | Struktur sistem saraf hewan, refleks sederhana, perbandingan vertebrata & invertebrata.                                                                                                                                                                                    |
| <b>Metode Pembelajaran</b>      | D-PjBL (fase <i>Define &amp; Design</i> ), diskusi kelompok, studi kasus.                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Media/Alat/Bahan</b>         | PPT, LMS, Padlet, literatur digital/jurnal.                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Penilaian</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknik : observasi, tugas kelompok.</li> <li>• Instrumen : lembar observasi aktivitas, draft proposal proyek.</li> <li>• Bobot : 30%.</li> </ul>                                                                                  |

### A. Materi Topik: Sistem Saraf – Struktur & Refleks

#### 1. Struktur Sistem Saraf Vertebrata

- Sistem saraf pusat: otak & sumsum tulang belakang.
- Sistem saraf tepi: somatik & otonom.
- Peran neuron sensorik, interneuron, neuron motorik.
- Perbedaan struktur antara hewan ikan, amfibi, aves, mamalia.

#### 2. Struktur Sistem Saraf Invertebrata

- Sistem saraf serabut (hydra, cacing).

- Rantai ganglia (arthropoda, annelida).
  - Perbandingan dengan vertebrata (kesederhanaan vs kompleksitas).
3. Konsep Dasar Refleks
- Pengertian refleks: respons otomatis, cepat, tanpa kesadaran.
  - Jalur refleks: reseptor → neuron sensorik → interneuron → neuron motorik → efektor.
  - Contoh refleks pada hewan: refleks menghindar katak, refleks pertahanan serangga.
4. Studi Kasus Refleks Katak
- Eksperimen klasik: kaki katak yang terpotong masih bisa bergerak bila distimulasi.
  - Analisis fisiologis: jalur refleks cukup melibatkan sumsum tulang belakang, tanpa otak.
  - Relevansi dalam fisiologi hewan.
5. Kaitannya dengan Proyek Digital
- Representasi visual jalur refleks (diagram, poster).
  - Perbandingan refleks vertebrata & invertebrata (infografis digital).
  - Ide proyek digital: animasi jalur refleks, video simulasi eksperimen katak, infografis perbandingan sistem saraf hewan.

## B. Bahan Diskusi Kelas

1. Mengapa sistem saraf vertebrata lebih kompleks dibanding invertebrata?
2. Apa keuntungan jalur refleks dalam mempertahankan kelangsungan hidup hewan?
3. Bagaimana jalur refleks dapat dijelaskan kepada siswa SMA secara sederhana?
4. Media digital apa yang paling efektif untuk menjelaskan refleks hewan?

## C. Referensi Utama

- Guyton, A.C., & Hall, J.E. (2021). *Textbook of Medical Physiology*. Elsevier.
- Campbell, N.A., et al. (2020). *Biology* (12th ed.). Pearson.
- Bear, M.F., Connors, B.W., & Paradiso, M.A. (2016). *Neuroscience: Exploring the Brain*. Wolters Kluwer.
- Journal articles terbaru (Scopus, 10 th terakhir) tentang neurophysiology in amphibians & reflex arc studies.

## D. Kegiatan Pembelajaran

| Tahap              | Aktivitas Dosen                                                                                                                                                                                                                          | Aktivitas Mahasiswa                                                                                                                                                       | Waktu |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Pendahuluan</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyampaikan salam &amp; apersepsi.</li> <li>- Menyampaikan tujuan perkuliahan &amp; kaitannya dengan sintak 6D.</li> <li>- Memotivasi mahasiswa dengan fenomena refleks pada hewan.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyimak pengantar dosen.</li> <li>- Memberikan respon terhadap apersepsi.</li> <li>- Menyampaikan pengalaman terkait</li> </ul> | 15'   |

|                      |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                         |     |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                      |                                                                                                                                                                                                                                | fenomena refleksi hewan.                                                                                                                                                                                |     |
| <b>Inti – Define</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyajikan studi kasus refleksi pada katak (misalnya kaki katak yang terpotong masih dapat bergerak jika distimulasi).</li> <li>- Memberikan stimulus pertanyaan analitis.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menganalisis studi kasus.</li> <li>- Mengidentifikasi struktur sistem saraf dan jalur refleksi.</li> <li>- Diskusi kelompok kecil.</li> </ul>                  | 60' |
| <b>Inti – Design</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengarahkan mahasiswa membuat rancangan awal proyek digital.</li> <li>- Memberikan instruksi penggunaan Padlet untuk brainstorming.</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brainstorming ide proyek di Padlet</li> <li>- Menentukan judul &amp; tujuan proyek.</li> <li>- Menyusun draft proposal proyek digital sistem saraf.</li> </ul> | 60' |
| <b>Penutup</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memfasilitasi refleksi pembelajaran (apa yang dipelajari &amp; apa yang masih perlu dikaji).</li> <li>- Memberikan instruksi tugas lanjutan (melengkapi proposal).</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyampaikan refleksi singkat</li> <li>- Menyimak instruksi tugas lanjutan.</li> </ul>                                                                         | 15' |

## Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 2

Mata Kuliah : Fisiologi Hewan  
 Program Studi : Pendidikan Biologi  
 Topik : Sistem Saraf – Mekanisme Impuls  
 Model/Sintaks : *Digital-Project Based Learning (D-PjBL) – Develop & Demonstrate*  
 Alokasi Waktu : 3 × 50 menit

| Komponen                        | Uraian                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CPMK</b>                     | Mahasiswa mampu mengembangkan dan mempresentasikan produk digital yang merepresentasikan mekanisme impuls saraf pada hewan secara akurat dan komunikatif.                                                                                                                                                            |
| <b>Sub-CPMK &amp; Indikator</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan mekanisme potensial aksi dan transmisi impuls saraf secara runtut.</li> <li>2. Mengembangkan produk digital (poster/infografis/animasi/video) tentang impuls saraf.</li> <li>3. Mempresentasikan produk digital dengan komunikasi ilmiah yang baik.</li> </ol> |
| <b>Tujuan Pembelajaran</b>      | Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mahasiswa mampu menganalisis mekanisme potensial aksi.</li> <li>2. Menghasilkan dan mempresentasikan produk digital terkait mekanisme impuls saraf</li> </ol>                                                         |
| <b>Materi Pokok</b>             | Potensial aksi (depolarisasi, repolarisasi, hiperpolarisasi), transmisi sinaps, konduksi impuls.                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Metode Pembelajaran</b>      | diskusi kelompok, presentasi, tanya jawab                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Media/Alat/Bahan</b>         | Canva, Powtoon/Genially, Google Meet/Zoom, YouTube/Blog, PPT.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Penilaian</b>                | Produk digital (30%)<br>Presentasi/Demonstrasi (10%)                                                                                                                                                                                                                                                                 |

### A. Materi Topik: Sistem Saraf – Mekanisme Impuls & Integrasi

#### 1. Potensial Membran dan Potensial Aksi

- o Neuron memiliki potensial istirahat karena distribusi ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  yang tidak seimbang.

- Potensial aksi terjadi melalui tiga fase utama: depolarisasi ( $\text{Na}^+$  masuk), repolarisasi ( $\text{K}^+$  keluar), dan hiperpolarisasi.
  - Mekanisme ini memungkinkan neuron menghantarkan sinyal secara cepat dan spesifik.
2. Transmisi Impuls pada Sinaps
- Impuls saraf ditransfer melalui sinaps elektrik (langsung) atau sinaps kimia (melibatkan neurotransmitter).
  - Contoh neurotransmitter penting: asetilkolin, dopamin, serotonin.
  - Gangguan neurotransmitter bisa menyebabkan gangguan fungsi saraf (misalnya akibat pestisida).
3. Konduksi Impuls: Saltatori vs Kontinu
- Saltatori: terjadi pada akson bermielin, impuls “meloncat” dari nodus Ranvier ke nodus berikutnya, jauh lebih cepat.
  - Kontinu: terjadi pada akson tanpa mielin, impuls berjalan lebih lambat.
  - Perbandingan ini penting untuk menjelaskan kemampuan adaptasi hewan berbeda.

## B. Bahan Diskusi Kelas

1. Mengapa akson bermielin lebih efisien dibanding akson tanpa mielin?
2. Apa akibatnya jika kanal  $\text{Na}^+$  pada neuron dihambat (misalnya oleh racun atau obat tertentu)?
3. Bagaimana perbedaan sistem saraf hewan cepat (contoh: cheetah) dan lambat (contoh: siput) terkait dengan impuls saraf?
4. Bagaimana menjelaskan konsep potensial aksi dengan media digital agar mudah dipahami siswa SMA?

## C. Referensi Utama

Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2016). *Neuroscience: Exploring the Brain*. Wolters Kluwer.

Campbell, N. A., et al. (2020). *Biology* (12th ed.). Pearson.

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2013). *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill.

## D. Kegiatan Pembelajaran

| Tahap       | Aktivitas Dosen                                                                                                                                                                                    | Aktivitas Mahasiswa                                                                                                                          | Waktu |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Pendahuluan | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyampaikan tujuan pertemuan.</li> <li>- Mereview hasil rancangan proyek dari pertemuan sebelumnya.</li> <li>- Memberikan motivasi pentingnya</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyimak pengantar.</li> <li>- Menyampaikan ringkasan hasil rancangan proyek (proposal).</li> </ul> | 10'   |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                                  | memahami mekanisme impuls.                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                      |     |
| <b>Inti – <i>Develop</i></b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memberikan penguatan materi potensial aksi &amp; transmisi impuls.</li> <li>- Mengarahkan mahasiswa mengembangkan produk digital berbasis proposal sebelumnya.</li> <li>- Memantau diskusi &amp; memberi bimbingan teknis (pemakaian Canva/Powtoon).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengembangkan produk digital (poster/infografis/animasi) terkait mekanisme impuls</li> <li>- Diskusi kelompok.</li> <li>- Menyelesaikan produk untuk dipresentasikan.</li> </ul>            | 90' |
| <b>Inti – <i>Demonstrate</i></b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memfasilitasi presentasi kelompok di kelas.</li> <li>- Memberikan pertanyaan pemandu.</li> </ul>                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyajikan produk digital masing-masing kelompok.</li> <li>- Menjawab pertanyaan audiens.</li> <li>- Memberikan masukan dan saran perbaikan proyek digital yang telah dihasilkan</li> </ul> | 30' |
| <b>Penutup</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memfasilitasi refleksi pembelajaran (apa yang dipelajari &amp; apa yang masih perlu dikaji).</li> <li>- Memberikan instruksi tugas lanjutan (menyempurnakan proyek sesuai masukan dari teman &amp; dosen).</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyampaikan refleksi singkat</li> <li>- Menyimak instruksi tugas lanjutan.</li> </ul>                                                                                                      | 15' |

### Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 3

**Mata Kuliah** : Fisiologi Hewan  
**Program Studi** : Pendidikan Biologi  
**Topik** : Sistem Saraf – Sistem Saraf – Integrasi & Aplikasi  
**Model/Sintaks** : *Digital-Project Based Learning (D-PjBL) – Debrief & Disseminate*  
**Waktu** : 3x50'

| Komponen                        | Uraian                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CPMK</b>                     | Mahasiswa mampu melakukan refleksi, evaluasi, dan publikasi produk digital sistem saraf secara bertanggung jawab.                                                                          |
| <b>Sub-CPMK &amp; Indikator</b> | 1. Merefleksikan proses dan hasil pemecahan masalah proyek.<br>2. Menyempurnakan dan mempublikasikan produk digital.<br>3. Menunjukkan Conceptual Understanding melalui diskusi reflektif. |
| <b>Tujuan Pembelajaran</b>      | Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan:<br>1. Mahasiswa mampu merefleksikan pengalaman belajar<br>2. mendiseminasikan produk digital sistem saraf pada media yang relevan.    |
| <b>Materi Pokok</b>             | Integrasi sistem saraf, aplikasi mekanisme impuls saraf dalam kehidupan hewan.                                                                                                             |
| <b>Metode Pembelajaran</b>      | Refleksi terbimbing, diskusi, publikasi ilmiah populer.                                                                                                                                    |
| <b>Media/Alat/Bahan</b>         | PPT, LMS, Padlet, literatur digital/jurnal.                                                                                                                                                |
| <b>Penilaian</b>                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Refleksi tertulis (10%)</li><li>• Publikasi produk digital (20%)</li></ul>                                                                         |

#### A. Materi Topik:

1. Integrasi Sistem Saraf
  - Sistem saraf tidak bekerja secara terpisah, tetapi mengintegrasikan berbagai rangsangan.
  - Contoh: respon koordinasi ikan saat berenang, atau burung saat terbang yang memerlukan keseimbangan cepat.
  - Menunjukkan bahwa fisiologi saraf sangat terkait dengan kelangsungan hidup hewan.
2. Kaitannya dengan Proyek Digital

- o Mahasiswa diminta membuat representasi digital (poster, infografis, animasi) tentang mekanisme potensial aksi atau transmisi impuls.
- o Produk bisa berupa: animasi aliran ion  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ , infografis perbandingan saltatori vs kontinu, atau video singkat sinaps.

## B. Bahan Diskusi Kelas

1. Bagaimana perbedaan sistem saraf hewan cepat (contoh: Katak) dan lambat (contoh: Cacing tanah) terkait dengan impuls saraf?
2. Bagaimana menjelaskan konsep potensial aksi dengan media digital agar mudah dipahami siswa SMA?

## C. Referensi Utama

- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2016). *Neuroscience: Exploring the Brain*. Wolters Kluwer.
- Campbell, N. A., et al. (2020). *Biology* (12th ed.). Pearson.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2013). *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill.

## D. Kegiatan Pembelajaran

| Tahap                     | Aktivitas Dosen                                                                                                                                                                                                        | Aktivitas Mahasiswa                                                                                                                                                         | Waktu |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Pendahuluan</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Membuka perkuliahan dengan salam &amp; motivasi</li> <li>- Orientasi refleksi Menyampaikan tujuan pembelajaran &amp; kaitannya dengan sintak.</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyimak apersepsi &amp; tujuan pembelajaran.</li> <li>- Memberikan tanggapan awal terkait refleksikan proses dan hasil</li> </ul> | 15'   |
| <b>Inti – Debrief</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memimpin diskusi reflektif.</li> <li>- Memberikan klarifikasi dan penguatan konsep.</li> <li>- Menghubungkan hasil proyek dengan konsep fisiologi hewan.</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memberikan refleksi terkait pengalaman belajar.</li> <li>- Menyampaikan kendala &amp; solusi saat membuat proyek.</li> </ul>       | 60'   |
| <b>Inti – Disseminate</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengarahkan mahasiswa merevisi akhir &amp; mempublikasikan produk digital ke platform (YouTube, Blog, Padlet).</li> <li>- Memberikan kriteria publikasi yang baik.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Merevisi &amp; mengunggah produk digital.</li> <li>- Membagikan link hasil karya ke LMS/kelas.</li> </ul>                          | 60'   |
| <b>Penutup</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memberikan apresiasi hasil karya.</li> <li>- Menyimpulkan hasil pembelajaran.</li> </ul>                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mendengarkan kesimpulan.</li> <li>- Menyimak instruksi dosen.</li> </ul>                                                           | 15'   |

|  |                                                                |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------|--|--|
|  | - Menyampaikan rencana pertemuan berikutnya (Sistem Endokrin). |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------|--|--|

### Lampiran 3. Satuan Acara Perkuliahan (SAP) Pertemuan 4–6 (*Materi Sistem Endokrin dan Integrasi Saraf–Endokrin*)

#### Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 4

**Mata Kuliah** : Fisiologi Hewan  
**Program Studi** : Pendidikan Biologi  
**Topik** : Sistem Endokrin – Fenomena & Peran Hormon  
**Sintak** : *Define – Design*  
**Waktu** : 3x50'

| Komponen                        | Uraian                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CPMK</b>                     | Mahasiswa mampu menjelaskan fenomena fisiologis yang dikendalikan sistem endokrin serta merancang proyek digital terkait peran hormon pada hewan.                                                                                                             |
| <b>Sub-CPMK &amp; Indikator</b> | 1. Mengidentifikasi hormon utama pada hewan ( tiroksin, hormon reproduksi, kortisol).<br>2. Menjelaskan peran hormon pada fenomena fisiologis (metamorfosis, reproduksi, respon stres).<br>3. Menyusun rancangan awal proyek digital terkait sistem endokrin. |
| <b>Tujuan Pembelajaran</b>      | Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan:<br>1. Memahami fungsi utama hormon pada hewan.<br>2. Mengaitkan fenomena fisiologis hewan dengan sistem endokrin<br>3. .Menyusun rancangan proyek digital tentang peran hormon.                          |
| <b>Materi Pokok</b>             | Peran tiroksin pada metamorfosis katak, hormon reproduksi (FSH, LH), hormon stres (kortisol/adrenalin) pada hewan.                                                                                                                                            |
| <b>Metode Pembelajaran</b>      | D-PjBL ( <i>fase Define &amp; Design</i> ), diskusi kelompok, studi kasus.                                                                                                                                                                                    |
| <b>Media/Alat/Bahan</b>         | PPT, LMS, Padlet, jurnal ilmiah, video dokumenter hewan.                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Penilaian</b>                | Teknik : observasi, tugas kelompok.<br>Instrumen : lembar observasi aktivitas, draft proposal proyek digital endokrin.<br>Bobot: 20%.                                                                                                                         |

#### A. Materi Topik:

1. Konsep Dasar Sistem Endokrin

- Sistem endokrin mengontrol fungsi tubuh melalui hormon yang disekresikan kelenjar.
  - Hormon bekerja secara lambat dibanding impuls saraf, tetapi efeknya lebih lama dan sistemik.
2. Peran Tiroksin pada Metamorfosis Katak
    - Tiroksin diproduksi oleh kelenjar tiroid.
    - Berperan penting dalam metamorfosis (berudu → katak muda → katak dewasa).
    - Jika tiroksin terganggu (misalnya karena pencemaran), metamorfosis bisa gagal.
  3. Hormon Reproduksi pada Hewan
    - FSH (*Follicle Stimulating Hormone*) dan LH (*Luteinizing Hormone*) mengatur siklus reproduksi.
    - Pada ikan dan burung, hormon ini mengatur siklus bertelur dan fertilisasi.
    - Relevansi: adaptasi hewan terhadap musim kawin.
  4. Hormon Stres (Kortisol & Adrenalin)
    - Kortisol mengatur metabolisme energi saat stres.
    - Adrenalin memicu respon “*fight or flight*”.
    - Contoh: ikan menghadapi perubahan kualitas air, burung saat migrasi.
  5. Kaitannya dengan Proyek Digital
    - Mahasiswa membuat proposal proyek digital terkait peran hormon.
    - Contoh ide proyek:
      - Infografis metamorfosis katak dengan & tanpa tiroksin.
      - Video peran hormon reproduksi pada hewan.
      - Poster dampak stres lingkungan terhadap hormon hewan.

## B. Bahan Diskusi Kelas

1. Apa perbedaan kerja hormon dengan impuls saraf dalam respon hewan?
2. Mengapa tiroksin sangat penting pada metamorfosis amfibi?
3. Bagaimana hormon reproduksi menyesuaikan hewan dengan siklus lingkungan?
4. Bagaimana menjelaskan peran hormon kepada siswa SMA dengan media digital?

## C. Referensi Utama

Campbell, N. A., et al. (2020). *Biology* (12th ed.). Pearson.

Norris, D. O., & Carr, J. A. (2013). *Vertebrate Endocrinology* (5th ed.). Academic Press.

Hadley, M. E., & Levine, J. E. (2017). *Endocrinology*. Pearson.

## D. Kegiatan Pembelajaran

| Tahap                | Aktivitas Dosen                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Aktivitas Mahasiswa                                                                                                                                                                                     | Waktu |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Pendahuluan</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Membuka perkuliahan dengan salam &amp; motivasi</li><li>- Mengaitkan materi dengan fenomena sehari-hari (contoh: metamorfosis katak, ikan menghadapi stres lingkungan).</li><li>- Menyampaikan tujuan pembelajaran &amp; kaitannya dengan sintak.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Menyimak apersepsi &amp; tujuan pembelajaran.</li><li>- Memberikan tanggapan awal terkait fenomena hormon.</li></ul>                                            | 15'   |
| <b>Inti – Define</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Menyajikan studi kasus: metamorfosis katak yang gagal akibat pencemaran lingkungan.</li><li>- Menjelaskan konsep dasar hormon yang terlibat.</li><li>- Memberikan stimulus pertanyaan analitis.</li></ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Menganalisis studi kasus.</li><li>- Mengidentifikasi hormon yang berperan (misalnya tiroksin).</li><li>- Diskusi kelompok kecil.</li></ul>                      | 45'   |
| <b>Inti – Design</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Mengarahkan mahasiswa menyusun rancangan proyek digital tentang peran hormon.</li><li>- Memberikan instruksi brainstorming ide di Padlet.</li><li>- Memberikan contoh jenis produk digital (infografis, poster, animasi).</li></ul>                         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Brainstorming ide proyek digital.</li><li>- Menentukan judul &amp; tujuan proyek kelompok.</li><li>- Menyusun draft proposal proyek digital endokrin.</li></ul> | 45'   |
| <b>Penutup</b>       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Memfasilitasi refleksi pembelajaran.</li></ul>                                                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"><li>- Menyampaikan refleksi singkat.</li></ul>                                                                                                                        | 15'   |

|  |                                                           |                             |  |
|--|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|--|
|  | - Memberikan arahan tugas lanjutan (melengkapi proposal). | - Menyimak instruksi dosen. |  |
|--|-----------------------------------------------------------|-----------------------------|--|

## Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 5

|                      |                                           |
|----------------------|-------------------------------------------|
| <b>Mata Kuliah</b>   | : Fisiologi Hewan                         |
| <b>Program Studi</b> | : Pendidikan Biologi – UPGRIS             |
| <b>Topik</b>         | : Sistem Endokrin – Mekanisme & Integrasi |
| <b>Sintak</b>        | : <i>Develop – Demonstrate</i>            |
| <b>Waktu</b>         | : 3x50'                                   |

| Komponen                        | Uraian                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CPMK</b>                     | Mahasiswa mampu mengembangkan produk digital, mempresentasikan, serta melakukan refleksi dan publikasi terkait mekanisme kerja sistem endokrin pada hewan.                                                                                                                                      |
| <b>Sub-CPMK &amp; Indikator</b> | 1. Menjelaskan mekanisme kerja hormon pada hewan (tiroksin, FSH, LH, kortisol).2. Mengembangkan produk digital (infografis/video/animasi) tentang sistem endokrin.3. Mempresentasikan produk digital dalam forum kelas.4. Melakukan refleksi (debrief) dan publikasi hasil karya (disseminate). |
| <b>Tujuan Pembelajaran</b>      | Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan: - Memahami mekanisme kerja hormon pada hewan.- Mampu menghasilkan karya digital terkait sistem endokrin.- Mampu mempresentasikan, merefleksikan, dan mempublikasikan karya.                                                                |
| <b>Materi Pokok</b>             | Mekanisme kerja hormon (tiroksin, FSH, LH, kortisol/adrenalin), integrasi sistem endokrin dengan sistem saraf.                                                                                                                                                                                  |
| <b>Metode Pembelajaran</b>      | D-PjBL ( <i>fase Develop–Demonstrate–Debrief–Disseminate</i> ), presentasi kelompok, diskusi reflektif.                                                                                                                                                                                         |
| <b>Media/Alat/Bahan</b>         | Canva, Genially/Powtoon, YouTube/Blog, LMS, PPT.                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Penilaian</b>                | Teknik : produk digital, presentasi, refleksi.<br>Instrumen : rubrik penilaian produk digital, lembar refleksi, bukti publikasi.<br>Bobot : 30%.                                                                                                                                                |

### A. Materi Pokok

1. Mekanisme kerja hormon  
Perbedaan mekanisme kerja hormon peptida/protein dan hormon steroid berdasarkan jenis reseptor dan jalur transduksi sinyal.
2. Peran tiroksin dalam metamorfosis amfibi  
Tiroksin sebagai pengatur perubahan morfologi dan fisiologi selama metamorfosis.
3. Hormon reproduksi (FSH dan LH)  
Regulasi pematangan gamet dan peran umpan balik hormon.
4. Hormon stres (adrenalin dan kortisol)  
Respons fisiologis cepat dan lambat terhadap stres lingkungan.
5. Integrasi sistem saraf dan sistem endokrin  
Peran hipotalamus sebagai penghubung utama dalam menjaga homeostasis.

### B. Bahan Diskusi Kelas

1. Mengapa hormon peptida dan hormon steroid memiliki mekanisme kerja yang berbeda?

2. Bagaimana peran tiroksin dalam mengatur metamorfosis katak?
3. Mengapa hormon stres dapat menimbulkan respons cepat dan lambat?
4. Bagaimana sistem saraf dan sistem endokrin bekerja secara terintegrasi dalam merespons perubahan lingkungan?
5. Bagaimana strategi menjelaskan mekanisme kerja hormon kepada siswa SMA melalui media digital?

### C. Referensi

- Campbell, N. A., et al. (2020). *Biology* (12th ed.). Pearson.
- Norris, D. O., & Carr, J. A. (2013). *Vertebrate Endocrinology*. Academic Press.
- Hill, R. W., Wyse, G. A., & Anderson, M. (2016). *Animal Physiology*. Sinauer Associates.

### D. Kegiatan Pembelajaran

| Tahap                         | Aktivitas Dosen                                                                                                                                                                                                                                      | Aktivitas Mahasiswa                                                                                                                               | Waktu |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Pendahuluan</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyampaikan tujuan pembelajaran.</li> <li>- Mengaitkan dengan rancangan proyek pertemuan sebelumnya.</li> <li>- Memotivasi pentingnya memahami mekanisme hormon untuk kelangsungan hidup hewan.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyimak tujuan &amp; apersepsi.</li> <li>- Menyampaikan ringkasan rancangan proyek endokrin.</li> </ul> | 15'   |
| <b>Inti –<br/>Develop</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memberikan penguatan materi mekanisme hormon (contoh: tiroksin dalam metamorfosis, kortisol pada stres).</li> <li>- Membimbing mahasiswa dalam mengembangkan produk digital.</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengembangkan produk digital (infografis, poster, animasi, atau video) sesuai proposal.</li> </ul>       | 45'   |
| <b>Inti –<br/>Demonstrate</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memfasilitasi presentasi kelompok di kelas.</li> <li>- Memberikan pertanyaan penguat &amp; klarifikasi.</li> </ul>                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mempresentasikan hasil proyek digital kelompok.</li> <li>- Menjawab pertanyaan audiens.</li> </ul>       | 30'   |

## Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 6

|                      |                                                                              |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mata Kuliah</b>   | : Fisiologi Hewan                                                            |
| <b>Program Studi</b> | : Pendidikan Biologi                                                         |
| <b>Topik</b>         | : Sistem Endokrin – Integrasi & Aplikasi                                     |
| <b>Model/Sintaks</b> | : <i>Digital Project-Based Learning (D-PjBL) – Debrief &amp; Disseminate</i> |
| <b>Waktu</b>         | : 3x50'                                                                      |

| Komponen                        | Uraian                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CPMK</b>                     | Mahasiswa mampu melakukan refleksi, evaluasi, dan publikasi produk digital sistem saraf secara bertanggung jawab.                                                                                                                                        |
| <b>Sub-CPMK &amp; Indikator</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Merefleksikan proses dan hasil pemecahan masalah proyek.</li> <li>2. Menyempurnakan dan mempublikasikan produk digital.</li> <li>3. Menunjukkan Conceptual Understanding melalui diskusi reflektif.</li> </ol> |
| <b>Tujuan Pembelajaran</b>      | Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan: <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Mahasiswa mampu merefleksikan pengalaman belajar</li> <li>4. mendiseminasikan produk digital sistem saraf pada media yang relevan.</li> </ol>             |
| <b>Materi Pokok</b>             | Integrasi sistem saraf, aplikasi mekanisme impuls saraf dalam kehidupan hewan.                                                                                                                                                                           |
| <b>Metode Pembelajaran</b>      | Refleksi terbimbing, diskusi, publikasi ilmiah populer.                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Media/Alat/Bahan</b>         | PPT, LMS, Padlet, literatur digital/jurnal.                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Penilaian</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Refleksi tertulis (10%)</li> <li>• Publikasi produk digital (20%)</li> </ul>                                                                                                                                    |

### 1. Materi Pokok

1. Integrasi konsep sistem endokrin  
Keterkaitan antara mekanisme kerja hormon, regulasi umpan balik, dan respons fisiologis hewan terhadap perubahan lingkungan.
2. Integrasi sistem saraf dan sistem endokrin  
Peran hipotalamus dan hipofisis dalam mengoordinasikan respons saraf dan hormonal untuk menjaga homeostasis.
3. Aplikasi konsep sistem endokrin dalam konteks pembelajaran biologi SMA  
Penyederhanaan konsep kompleks sistem endokrin menjadi materi yang komunikatif dan kontekstual bagi peserta didik.
4. Refleksi proses pembelajaran berbasis proyek (D-PjBL)  
Evaluasi pengalaman belajar mahasiswa dalam merancang, mengembangkan, dan mendemonstrasikan produk digital.

## 2. Bahan Diskusi Kelas

1. Bagaimana perbedaan sistem saraf hewan cepat (contoh: Katak) dan lambat (contoh: Cacing Tanah) terkait dengan impuls saraf?
2. Bagaimana menjelaskan konsep potensial aksi dengan media digital agar mudah dipahami siswa SMA?

## 3. Referensi Utama

Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2016). *Neuroscience: Exploring the Brain*. Wolters Kluwer.

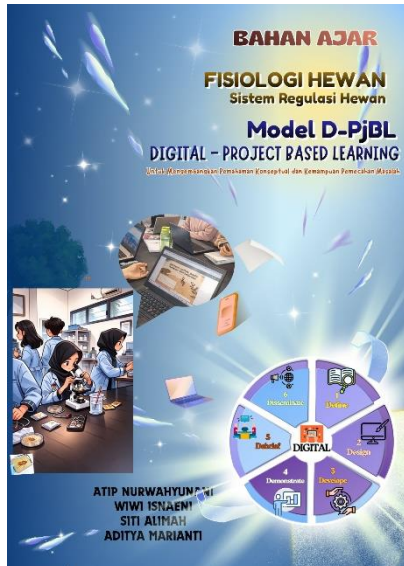
Campbell, N. A., et al. (2020). *Biology* (12th ed.). Pearson.

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2013). *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill.

## 4. Kegiatan Perkuliahan

| Tahap                            | Aktivitas Dosen                                                                                                                                                                                                       | Aktivitas Mahasiswa                                                                                                                                                             | Waktu |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Pendahuluan</b>               | <ul style="list-style-type: none"><li>- Membuka perkuliahan dengan salam &amp; motivasi</li><li>- Orientasi refleksi Menyampaikan tujuan pembelajaran &amp; kaitannya dengan sintak.</li></ul>                        | <ul style="list-style-type: none"><li>- Menyimak apersepsi &amp; tujuan pembelajaran.</li><li>- Memberikan tanggapan awal terkait refleksikan proses dan hasil</li></ul>        | 15'   |
| <b>Inti – <i>Debrief</i></b>     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Memimpin diskusi reflektif (apa yang dipelajari, tantangan, &amp; solusi).</li><li>- Menghubungkan hasil proyek dengan peran sistem endokrin dalam fisiologi hewan.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Memberikan refleksi tentang proses belajar &amp; produk digital yang dihasilkan.</li><li>- Menyampaikan kendala &amp; solusi.</li></ul> | 60'   |
| <b>Inti – <i>Disseminate</i></b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Mengarahkan mahasiswa untuk mempublikasikan produk digital di YouTube/Blog/Padlet.</li><li>- Memberikan kriteria publikasi.</li></ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Mengunggah produk digital kelompok ke platform digital.</li><li>- Membagikan link di LMS.</li></ul>                                     | 60'   |
| <b>Penutup</b>                   | <ul style="list-style-type: none"><li>- Memberikan apresiasi terhadap hasil karya.</li><li>- Menyimpulkan hasil pembelajaran topik endokrin.- Memberikan arahan penugasan akhir.</li></ul>                            | <ul style="list-style-type: none"><li>- Menyimak kesimpulan.</li><li>- Memberikan feedback singkat.</li></ul>                                                                   | 15'   |

## Lampiran 4. Bahan Ajar (Ringkasan Materi Sistem Saraf dan Sistem Endokrin pada Hewan Vertebrata dan Invertebrata)



[https://atipnurwahyunani.com/model-d-pjbl/?preview\\_id=16&preview\\_nonce=3eba822696&preview=true](https://atipnurwahyunani.com/model-d-pjbl/?preview_id=16&preview_nonce=3eba822696&preview=true)



## Lampiran 5. Media Pembelajaran Digital

### PADLET SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN DIGITAL PADA MATERI SISTEM SARAF DAN SISTEM ENDOKRIN

#### A. Deskripsi Media

Media pembelajaran digital pada perangkat pembelajaran ini dikembangkan menggunakan platform Padlet. Media ini berfungsi sebagai ruang belajar kolaboratif yang memuat materi pembelajaran, sumber belajar pendukung, panduan pengerjaan proyek, serta menjadi wadah berbagi dan mendokumentasikan hasil kerja mahasiswa selama penerapan model Digital Project-Based Learning (D-PjBL).

#### B. Fungsi Media Pembelajaran

Media pembelajaran berbasis Padlet digunakan untuk:

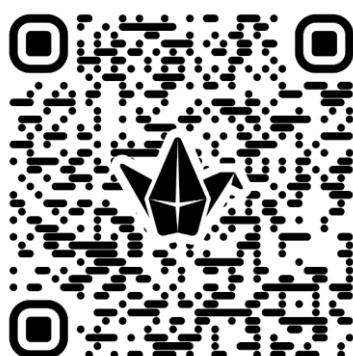
1. Menyajikan materi pembelajaran inti dan materi pengayaan,
2. Memfasilitasi diskusi dan kolaborasi antar mahasiswa,
3. Mendukung pelaksanaan tahap sintak 6D dalam sintaks D-PjBL.

#### C. Cara Akses Media

Media pembelajaran digital berbasis Padlet dapat diakses melalui tautan berikut:

<https://padlet.com/atipnurwahyunan/fisiologi-sistem-saraf-hewan-vu9luvbm480sz58w>

atau QR code media pembelajaran :

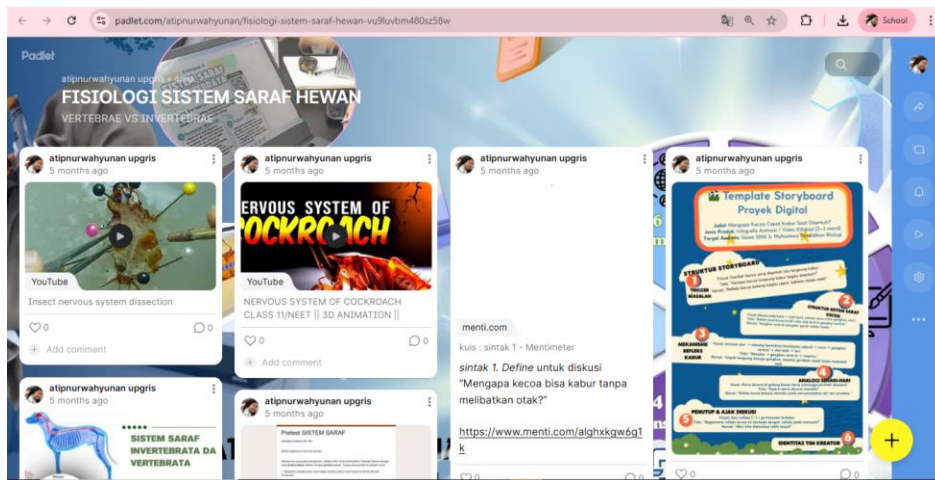


#### D. Integrasi Media dengan Aktivitas Pembelajaran

Pemanfaatan media Padlet terintegrasi dengan aktivitas pembelajaran pada setiap tahap sintaks D-PjBL, khususnya pada tahap Design dan Develop untuk perencanaan dan pengembangan proyek, serta tahap Demonstrate dan Disseminate untuk penyajian dan publikasi hasil proyek mahasiswa.

#### E. Lampiran Media Pembelajaran

Contoh Tampilan Media Pembelajaran Digital Berbasis Padlet



## Lampiran 6. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Berbasis Model D-PjBL

### LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM) Pertemuan 1-2-3

Mata Kuliah : Fisiologi Hewan  
Materi : Sistem Saraf (invertebrata & vertebrata)  
Model : *Digital-Project Based Learning* (D-PjBL)  
Sintaks Fokus : *Define – Design – Develop – Demonstrate – Debrief – Disseminate*

---

#### 1. Identitas

- Nama Mahasiswa : .....
- NIM : .....
- Kelompok : .....
- Tanggal : .....

#### 2. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan ini mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mengidentifikasi dan menjelaskan mekanisme regulasi hormon pada hewan (katak & serangga).
2. Merumuskan masalah & tujuan proyek digital berbasis kasus fisiologi hewan. Mendesain rencana proyek digital berbasis konsep fisiologi saraf.
3. Mendesain, mengembangkan, mendemonstrasikan, dan mendiseminasikan produk digital terkait sistem endokrin.

#### Prosedur Pembelajaran Model D-PjBL

##### Pertemuan 1

##### SINTAK 1 – DEFINE (Pendefinisian Masalah)

##### a. Melakukan Identifikasi masalah autentik dalam Biologi.

##### Kasus 1 – Katak (Vertebrata):

*Seekor katak yang dikejar predator menunjukkan reaksi cepat: jantung berdebar lebih cepat dan otot lebih siap melompat.*

Pertanyaan Pemantik: (C4; *Understand the Problem*)

Mengapa katak bisa merespons cepat saat menghadapi bahaya?

1) Scaffolding Jawaban: (C2; *Understand*)

a. Hormon apa yang dilepaskan saat katak stres?

.....

.....

b. Organ endokrin mana yang memproduksi hormon tersebut?

.....

.....

c. Bagaimana hormon ini memengaruhi otot/jantung katak?

.....

.....

##### Kasus 2 – Serangga (Invertebrata):

*Serangga (belalang, kupu-kupu) harus mengalami molting untuk tumbuh. Proses ini diatur oleh hormon.*

Pertanyaan Pemantik: (CU: C4 – Analyze; PSS: Understand the Problem)

Bagaimana sistem hormon pada serangga mengatur molting vs serangga menghadapi predator?

Scaffolding Jawaban:

- a. Hormon apa yang berperan pada serangga dalam molting vs menghadapi predator? (CU: C2 – Understand; PSS: Understand the Problem)

.....

- b. Kelenjar mana yang menghasilkan hormon ini? (CU: C2 – Understand; PSS: Understand the Problem)

.....

.....

- c. Bagaimana hormon ini memicu ekdisis? (CU: C4 – Analyze; PSS: Analyze)

.....

.....

- 2) Rumusan Masalah Kelompok: (C4; Understand the Problem → Plan)

Melakukan perumusan masalah dari salah 1 kasus yang telah dimunculkan.

Rumusan masalah proyek yang jelas.

- a. ...
- b. ...
- c. dst

- 3) Tujuan Proyek Kelompok: (C4; Plan)

Membuat tujuan proyek berdasarkan rumusan masalah dari salah 1 kasus yang telah dipilih..

- a. ...
- b. ...
- c. dst

## **SINTAK 2 – DESIGN (Perancangan Proyek) :**

### **b. Menyusun rencana proyek digital: produk, peran, sumber daya, jadwal.**

- 4) Ide Produk Digital (video): (CU: C4 – Analyze; PSS: Plan)

.....

- 5) Storyboard / Alur Isi Produk: (CU: C6 – Create; PSS: Plan)

.....

- 6) Pembagian Peran Kelompok: (CU: C3 – Apply; PSS: Plan)

.....

## **Pertemuan 2**

### **SINTAK 3 – DEVELOP (Pengembangan Produk)**

#### **c. Mengembangkan produk digital berbasis teknologi.**

- 7) Draft Produk Digital (sketsa layout/mind map/naskah): (CU: C6 – Create; PSS: Solve)

.....

- 8) Daftar Referensi Awal (minimal 3): (CU: C3 – Apply; PSS: Solve)

.....

### **SINTAK 4 – DEMONSTRATE (Presentasi Produk)**

#### **d. Mempresentasi & unjuk karya proyek. (C4, C5 : Solve, Evaluate)**

- 9) Ringkasan Produk Digital:  
.....
- 10) Poin Penting yang Dipresentasikan:  
.....

### **Pertemuan 3**

#### **SINTAK 5 – DEBRIEF (Refleksi Kelompok & Individu)**

##### **e. Melakukan Refleksi pengalaman belajar & hasil proyek.**

Scaffolding Refleksi: (C2, C4, C6; *Evaluate*)

- 11) Apa konsep baru dipahami melalui penerapan model D-PjBL?  
.....
- 12) Kesulitan apa yang ditemui saat proyek?  
.....
- 13) Bagaimana cara kelompokmu memecahkan masalah tersebut dan rencana perbaikan untuk proyek berikutnya?  
.....

#### **SINTAK 6 – DISSEMINATE (Publikasi Produk)**

##### **f. Mempublikasi produk melalui media digital/forum ilmiah. (C3, C5 ; Solve, Evaluate)**

- 14) Media publikasi yang dipilih (Padlet, YouTube, IG Edukasi, dsb.):  
.....
- 15) Feedback/Respon/komentar teman/audiens (jika ada):  
.....

**LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)**  
**Pertemuan 4-5-6**

|                      |                                                                          |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Mata Kuliah          | : Fisiologi Hewan                                                        |
| Materi               | : Sistem Endokrin (invertebrata & vertebrata)                            |
| Model                | : <i>Digital Project-Based Learning (D-PjBL)</i>                         |
| Sintaks Fokus        | : <i>Define – Design – Develop – Demonstrate – Debrief – Disseminate</i> |
| Variabel Yang diukur | : 1. Conceptual Understanding<br>2. Problem Solving Skill                |

---

**1. Identitas**

- Nama Mahasiswa : .....
- NIM : .....
- Kelompok : .....
- Tanggal : .....

**2. Tujuan Pembelajaran**

Melalui kegiatan ini mahasiswa diharapkan mampu:

- 1) Mengidentifikasi dan menjelaskan mekanisme regulasi hormon pada hewan (katak & serangga).
- 2) Merumuskan masalah & tujuan proyek digital berbasis kasus fisiologi hewan. Mendesain rencana proyek digital berbasis konsep fisiologi saraf.
- 3) Mendesain, mengembangkan, mendemonstrasikan, dan mendiseminasikan produk digital terkait sistem endokrin.

**3. Prosedur Pembelajaran Model D-PjBL**

**Pertemuan 4**

**SINTAK 1 – DEFINE (Pendefinisian Masalah)**

**a. Melakukan Identifikasi masalah autentik dalam Biologi.**

**Kasus 1 – Katak (Vertebrata):**

*Seekor katak yang dikejar predator menunjukkan reaksi cepat: jantung berdebar lebih cepat dan otot lebih siap melompat.*

Pertanyaan Pemantik: (C2, C3; Understand)

Mengapa katak bisa merespons cepat saat menghadapi bahaya?

1) Scaffolding Jawaban:

- a. Hormon apa yang dilepaskan saat katak stres? (C1, C2; Understand)  
.....  
.....
- b. Organ endokrin mana yang memproduksi hormon tersebut? C1, C2; Understand)  
.....  
.....
- c. Bagaimana hormon ini memengaruhi otot/jantung katak? (C3, C4; Polya; Understand)  
.....  
.....

**Kasus 2 – Serangga (Invertebrata):**

*Serangga (belalang, kupu-kupu) harus mengalami molting untuk tumbuh. Proses ini diatur oleh hormon.*

Pertanyaan Pemantik:

Bagaimana sistem hormon pada serangga mengatur molting vs serangga menghadapi predator?

Scaffolding Jawaban:

- a. Hormon apa yang berperan pada serangga dalam molting vs menghadapi predator? (C1, C2; Understand)  
.....  
.....
  - b. Kelenjar mana yang menghasilkan hormon ini? (C1, C2; Understand)  
.....  
.....
  - d. Bagaimana hormon ini memicu ekdisis? (C3, C4; Polya; Understand)  
.....  
.....
- 2) Rumusan Masalah Kelompok:  
Melakukan perumusan masalah dari salah 1 kasus yang telah dimunculkan.  
Rumusan masalah proyek yang jelas. (C4, C5, C6; Plan)
- a. ...
  - b. ...
  - c. dst
- 3) Tujuan Proyek Kelompok:  
Membuat tujuan proyek berdasarkan rumusan masalah dari salah 1 kasus yang telah dipilih..  
Tujuan proyek yang jelas. (C4, C5, C6; Plan)
- a. ...
  - b. ...
  - c. dst

## **SINTAK 2 – DESIGN (Perancangan Proyek) :**

### **b. Menyusun rencana proyek digital: produk, peran, sumber daya, jadwal.**

- 4) Ide Produk Digital (video): C6 (Plan)

.....  
.....

- 5) Storyboard / Alur Isi Produk:

.....

- 6) Pembagian Peran Kelompok:

.....

## **Pertemuan 5**

## **SINTAK 3 – DEVELOP (Pengembangan Produk)**

### **c. Mengembangkan produk digital berbasis teknologi.**

- 7) Draft Produk Digital (sketsa layout/mind map/naskah): (C3, C4, C5, C6; Solve)

.....  
.....

- 8) Daftar Referensi Awal (minimal 3)

.....  
.....

## **SINTAK 4 – DEMONSTRATE (Presentasi Produk)**

### **d. Mempresentasi & unjuk karya proyek.**

- 9) Ringkasan Produk Digital: (C4, C5; Solve)

- .....  
 .....  
 10) Poin Penting yang Dipresentasikan: (C4, C5; Solve)  
 .....  
 .....

## Pertemuan 5

### SINTAK 5 – DEBRIEF (Refleksi Kelompok & Individu)

#### e. Melakukan Refleksi pengalaman belajar & hasil proyek.

Scaffolding Refleksi: (C5, C6; Evaluate)

- 11) Apa konsep baru dipahami melalui penerapan model D-PjBL?  
 .....  
 .....  
 12) Kesulitan apa yang ditemui saat proyek?  
 .....  
 .....  
 13) Bagaimana cara kelompokmu memecahkan masalah tersebut, dan rencana perbaiki untuk proyek berikutnya?

### SINTAK 6 – DISSEMINATE (Publikasi Produk)

#### f. Mempublikasi produk melalui media digital/forum ilmiah. (C5, C6; Evaluate)

- 14) Media publikasi yang dipilih (Padlet, YouTube, IG Edukasi, dsb.):  
 .....  
 .....  
 15) Respon/komentar audiens luar (jika ada): C5, C6; Evaluate  
 .....  
 .....

**LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM)**  
**Pertemuan 4-5-6**

**Mata Kuliah** : Fisiologi Hewan  
**Materi** : Sistem Endokrin (invertebrata & vertebrata)  
**Model** : *Digital Project-Based Learning (D-PjBL)*  
**Sintaks Fokus** : *Define – Design – Develop – Demonstrate – Debrief – Disseminate*  
**Waktu** : 15x50' (9JP)  
**Variabel Yang diukur** : 1. Conceptual Understanding  
2. Problem Solving Skill

---

**1. Identitas**

- Nama Mahasiswa : .....
- NIM : .....
- Kelompok : .....
- Tanggal : .....

**2. Tujuan Pembelajaran**

Melalui kegiatan ini mahasiswa diharapkan mampu:

- a. Mengidentifikasi dan menjelaskan mekanisme regulasi hormon pada hewan (katak & serangga).
- b. Merumuskan masalah & tujuan proyek digital berbasis kasus fisiologi hewan. Mendesain rencana proyek digital berbasis konsep fisiologi saraf.
- c. Mendesain, mengembangkan, mendemonstrasikan, dan mendiseminasikan produk digital terkait sistem endokrin.

**Prosedur Pembelajaran Model D-PjBL**

**Pertemuan 4**

**SINTAK 1 – DEFINE (Pendefinisian Masalah)**

**a. Melakukan Identifikasi masalah autentik dalam Biologi.**

**Kasus 1 – Katak (Vertebrata):**

*Seekor katak yang dikejar predator menunjukkan reaksi cepat: jantung berdebar lebih cepat dan otot lebih siap melompat.*

Pertanyaan Pemantik: (C2, C3; Understand)

Mengapa katak bisa merespons cepat saat menghadapi bahaya?

1) Scaffolding Jawaban:

- a. Hormon apa yang dilepaskan saat katak stres? (C1, C2; Understand)

.....

.....

.....

- b. Organ endokrin mana yang memproduksi hormon tersebut? C1, C2; Understand)

.....

.....

.....

- c. Bagaimana hormon ini memengaruhi otot/jantung katak? (C3, C4; Polya; Understand)

.....

.....

.....

### **Kasus 2 – Serangga (Invertebrata):**

*Serangga (belalang, kupu-kupu) harus mengalami molting untuk tumbuh. Proses ini diatur oleh hormon.*

Pertanyaan Pemantik:

Bagaimana sistem hormon pada serangga mengatur molting vs serangga menghadapi predator?

.....

.....

.....

1) Scaffolding Jawaban:

a. Hormon apa yang berperan pada serangga dalam molting vs menghadapi predator? (C1, C2; Understand)

.....

.....

.....

b. Kelenjar mana yang menghasilkan hormon ini? (C1, C2; Understand)

.....

.....

.....

c. Bagaimana hormon ini memicu ekdisis? (C3, C4; Polya; Understand)

.....

.....

.....

2) Rumusan Masalah Kelompok:

Melakukan perumusan masalah dari salah 1 kasus yang telah dimunculkan.

Rumusan masalah proyek yang jelas. (C4, C5, C6; Plan)

a. ...

b. ...

c. dst

3) Tujuan Proyek Kelompok:

Membuat tujuan proyek berdasarkan rumusan masalah dari salah 1 kasus yang telah dipilih..

Tujuan proyek yang jelas. (C4, C5, C6; Plan)

a. ...

b. ...

c. **dst**

### **SINTAK 2 – DESIGN (Perancangan Proyek) :**

#### **b. Penyusunan rencana proyek digital: produk, peran, sumber daya, jadwal**

4) Ide Produk Digital (video): C6 (Plan)

.....

.....

5) Storyboard / Alur Isi Produk:

.....

.....

6) Pembagian Peran Kelompok:

.....

.....

## Pertemuan 5

### SINTAK 3 – DEVELOP (Pengembangan Produk)

#### c. **Pengembangkan produk digital berbasis teknologi**

- 7) Draft Produk Digital (sketsa layout/mind map/naskah): (C3, C4, C5, C6; Caring out)

.....  
.....

- 8) Daftar Referensi Awal (minimal 3)

.....  
.....

### SINTAK 4 – DEMONSTRATE (Presentasi Produk)

#### d. **Presentasi & unjuk karya proyek.**

- 9) Ringkasan Produk Digital: (C4, C5; Solve)

.....

- 10) Poin Penting yang Dipresentasikan: (C4, C5; Solve)

.....  
.....

## Pertemuan 5

### SINTAK 5 – DEBRIEF (Refleksi Kelompok & Individu)

#### e. **Refleksi pengalaman belajar & hasil proyek.**

Scaffolding Refleksi: (C5, C6; Evaluate)

- 11) Apa konsep baru dipahami melalui penerapan model D-PjBL?

.....  
.....

- 12) Kesulitan apa yang ditemui saat proyek?

.....  
.....

- 13) Bagaimana cara kelompokmu memecahkan masalah tersebut dan rencana perbaikan untuk proyek berikutnya?

.....  
.....

### SINTAK 6 – DISSEMINATE (Publikasi Produk)

#### f. **Publikasi produk melalui media digital/forum ilmiah. (C5, C6; Evaluate)**

- 14) Media publikasi yang dipilih (Padlet, YouTube, IG Edukasi, dsb.):

.....  
.....

- 15) Respon/komentar audiens luar (jika ada): C5, C6; Evaluate)

.....  
.....

*(Penilaian LKM menggunakan rubrik yang terdapat pada Lampiran 8. Asesmen LKM)*

## Lampiran 7. Instrumen & Rubrik Asesmen Pembelajaran (Soal Pre-test dan Post-test)

### SOAL PRE-POST TEST SISTEM SARAF

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Mahasiswa yang saya banggakan, untuk memperdalam materi perkuliahan Fisiologi Hewan dengan topik Sistem Saraf, silakan mengisi pre-test/post-test berikut. Tujuan dari pretest ini adalah untuk:

1. Mengukur pengetahuan awal kalian tentang sistem saraf pada invertebrata dan vertebrata.
2. Mengetahui pemahaman dasar tentang mekanisme refleksi.
3. Menjadi bahan refleksi bagi kita semua agar proses pembelajaran lebih efektif.

#### **Petunjuk Pengisian:**

1. Bacalah setiap soal dengan cermat.
2. Jawablah sesuai pengetahuan yang kalian miliki saat ini (tidak perlu mencari jawaban di luar).
3. Tidak ada konsekuensi nilai negatif, hasil pretest ini murni untuk pemetaan awal.
4. Waktu pengerjaan maksimal: 10 menit.

#### **Identitas Mahasiswa :**

Nama :  
Email :  
Afiliasi/ Universitas :

### SOAL

1. Seekor belut listrik mampu menghasilkan impuls saraf sangat cepat untuk melumpuhkan mangsanya. Analisislah bagaimana struktur akson bermielin dan non-mielin memengaruhi kecepatan hantaran impuls saraf!
2. Dalam eksperimen, seekor katak diberikan larutan yang menghambat kerja ion natrium pada membran neuron. Analisislah apa yang terjadi pada mekanisme potensial aksi dan transmisi impuls saraf katak tersebut!
3. Bandingkan efektivitas sistem saraf invertebrata (misalnya serangga) dengan vertebrata (misalnya burung) dalam merespons predator. Evaluasilah kelebihan dan keterbatasan masing-masing sistem dalam mendukung kelangsungan hidup hewan!
4. Seekor lebah terpapar pestisida dan kehilangan kemampuan orientasi saat terbang. Evaluasilah dampak pestisida terhadap sistem saraf lebah, dan berikan argumen ilmiah mengenai potensi ancaman terhadap kelangsungan populasi lebah di ekosistem!
5. Bayangkan Anda diminta membuat media pembelajaran digital untuk menjelaskan jalur refleksi pada hewan sederhana. Rancanglah konsep media digital tersebut (bentuk, konten utama, alur penyajian) agar mudah dipahami siswa SMA!
6. Seekor ikan di perairan tercemar merkuri menunjukkan gangguan koordinasi gerakan. Analisislah mekanisme gangguan sistem saraf yang terjadi!
7. Seekor anjing laboratorium diberikan obat yang menghambat enzim asetilkolinesterase. Analisis dampaknya terhadap transmisi impuls saraf!
8. Banyak koloni lebah mati mendadak setelah terpapar pestisida. Evaluasilah faktor saraf yang terlibat, serta dampaknya terhadap ekosistem!
9. Bayangkan Anda diminta memberi solusi mitigasi untuk peternak ikan yang sering mengalami kematian akibat gangguan saraf karena limbah. Rancanglah strategi berbasis fisiologi hewan!
10. Anda diminta membuat proyek digital untuk menjelaskan refleksi sederhana pada katak. Buatlah rancangan ide produk (bentuk, isi, tujuan) yang bisa diaplikasikan di kelas Biologi SMA!

## B. Kisi-kisi Instrumen

| No | CP Prodi                          | CPMK/Sub-CPMK             | Indikator CU                                                                                     | Level | Soal                                                                                                                                                                                                          | Pokok Jawaban                                                                                                                                                                                             | Skor |
|----|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.2 | Menganalisis hubungan struktur akson bermielin dan nonmielin terhadap kecepatan hantaran impuls. | C4    | Seekor belut listrik mampu menghasilkan impuls saraf sangat cepat untuk melumpuhkan mangsanya. Analisislah bagaimana struktur akson bermielin dan nonmielin memengaruhi kecepatan hantaran impuls saraf!      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi mielin</li> <li>• Nodus Ranvier</li> <li>• Konduksi saltatori</li> <li>• Akson bermielin lebih cepat</li> <li>• Dikaitkan dengan belut listrik</li> </ul> | 0–4  |
| 2  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.2 | Menganalisis mekanisme potensial aksi akibat hambatan ion $\text{Na}^+$ .                        | C4    | Dalam eksperimen, seekor katak diberikan larutan yang menghambat kerja ion natrium pada membran neuron. Analisislah apa yang terjadi pada mekanisme potensial aksi dan transmisi impuls saraf katak tersebut! | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\text{Na}^+</math> berperan pada depolarisasi</li> <li>• Potensial aksi gagal terbentuk</li> <li>• Impuls terganggu</li> </ul>                             | 0–4  |
| 3  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.3 | Mengevaluasi perbedaan sistem saraf vertebrata dan invertebrata.                                 | C5    | Bandingkan efektivitas sistem saraf invertebrata dengan vertebrata dalam merespons predator.                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertebrata lebih kompleks</li> <li>• Invertebrata lebih sederhana</li> <li>• Kelebihan dan keterbatasan masing-masing</li> </ul>                                 | 0–4  |
| 4  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.3 | Mengevaluasi dampak pestisida terhadap sistem saraf lebah.                                       | C5    | Seekor lebah terpapar pestisida dan kehilangan kemampuan orientasi saat terbang. Evaluasilah dampaknya.                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neurotoksik</li> <li>• Gangguan neurotransmiter</li> <li>• Dampak populasi</li> </ul>                                                                            | 0–4  |
| 5  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.2 | Merancang representasi konsep jalur refleks berdasarkan fisiologi saraf.                         | C6    | Bayangkan Anda diminta membuat media pembelajaran digital untuk menjelaskan jalur refleks pada hewan sederhana.                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jalur refleks benar</li> <li>• Urutan neuron benar</li> <li>• Konsep fisiologi benar</li> </ul>                                                                  | 0–4  |

|    |                                   |                           |                                                              |    |                                                                                                                                             |                                                                                                                                      |     |
|----|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.2 | Menganalisis gangguan sistem saraf akibat merkuri.           | C4 | Seekor ikan di perairan tercemar merkuri menunjukkan gangguan koordinasi gerakan. Analisislah mekanisme gangguan sistem saraf yang terjadi! | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkuri neurotoksik</li> <li>• Merusak neuron</li> <li>• Gangguan koordinasi</li> </ul>     | 0–4 |
| 7  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.2 | Menganalisis dampak penghambatan asetilkolinesterase.        | C4 | Seekor anjing laboratorium diberikan obat yang menghambat enzim asetilkolinesterase. Analisis dampaknya terhadap transmisi impuls saraf!    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ACh menumpuk</li> <li>• Rangsang terus-menerus</li> <li>• Transmisi terganggu</li> </ul>    | 0–4 |
| 8  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.3 | Mengevaluasi dampak gangguan saraf lebah terhadap ekosistem. | C5 | Banyak koloni lebah mati mendadak setelah terpapar pestisida. Evaluasilah faktor saraf yang terlibat serta dampaknya terhadap ekosistem!    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gangguan orientasi</li> <li>• Penyerbukan menurun</li> <li>• Ekosistem terganggu</li> </ul> | 0–4 |
| 9  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.3 | Merancang strategi konseptual berbasis fisiologi saraf.      | C6 | Bayangkan Anda diminta memberi solusi mitigasi untuk peternakan ikan yang sering mengalami kematian akibat gangguan saraf karena limbah.    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsep fisiologi benar</li> <li>• Mitigasi ilmiah</li> <li>• Kualitas lingkungan</li> </ul> | 0–4 |
| 10 | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.2 | Merancang representasi konsep refleks dalam proyek digital.  | C6 | Anda diminta membuat proyek digital untuk menjelaskan refleks sederhana pada katak.                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsep refleks benar</li> <li>• Jalur refleks tepat</li> <li>• Tujuan edukatif</li> </ul>   | 0–4 |

### C. Rubrik Penskoran Conceptual Understanding

| Skor | Kriteria                                                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 4    | Konsep lengkap, benar, terintegrasi, menggunakan istilah ilmiah secara tepat. |
| 3    | Konsep benar namun masih kurang lengkap.                                      |
| 2    | Sebagian konsep benar, masih terdapat miskonsepsi ringan.                     |
| 1    | Jawaban sangat terbatas dan kurang tepat.                                     |
| 0    | Tidak menjawab atau tidak relevan.                                            |

## SOAL PRE-POST TEST SISTEM ENDOKRIN

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Mahasiswa yang saya banggakan, untuk memperdalam materi perkuliahan Fisiologi Hewan dengan topik Sistem Endokrin, silakan mengisi pre-test/post-test berikut. Tujuan dari pretest ini adalah untuk:

- 1) Mengukur pengetahuan awal kalian tentang sistem endokrin pada invertebrata dan vertebrata.
- 2) Mengetahui pemahaman dasar tentang mekanisme hormon
- 3) Menjadi bahan refleksi bagi kita semua agar proses pembelajaran lebih efektif.

### Petunjuk Pengisian:

- 1) Bacalah setiap soal dengan cermat.
- 2) Jawablah sesuai pengetahuan yang kalian miliki saat ini (tidak perlu mencari jawaban di luar).
- 3) Tidak ada konsekuensi nilai negatif, hasil pretest ini murni untuk pemetaan awal.
- 4) Waktu pengerjaan maksimal: 10 menit.

Terima kasih atas partisipasi kalian. Selamat mengerjakan, semoga lancar!

### Identitas Mahasiswa :

Nama :  
Email :  
Afiliasi/ Universitas :

### SOAL

1. Pada serangga, hormon ecdysone berperan dalam proses?
2. Kelenjar endokrin pada katak yang berperan penting dalam metamorfosis berudu menjadi katak dewasa adalah?
3. Jelaskan perbedaan mendasar antara sistem endokrin invertebrata dan vertebrata ditinjau dari organ penghasil hormon!  
Sebutkan contoh hormon utama pada:
4. Jelaskan peran hormon utama yang mengatur proses molting pada serangga serta hubungkan dengan perubahan fisiologis yang terjadi selama pergantian kulit.
5. Jelaskan bagaimana hormon tiroksin berperan dalam proses metamorfosis berudu menjadi katak dewasa.  
Seekor ulat tidak bisa bermetamorfosis menjadi kupu-kupu karena kadar Juvenile Hormone (JH) tetap tinggi meskipun waktunya sudah memasuki tahap pupa.
6. Seekor ulat tidak bisa bermetamorfosis menjadi kupu-kupu karena kadar Juvenile Hormone (JH) tetap tinggi meskipun waktunya sudah memasuki tahap pupa. Jelaskan mengapa hal ini bisa terjadi!
7. Apa konsekuensi fisiologisnya bagi serangga tersebut?
8. Seekor katak di kolam penelitian mengalami perkembangan abnormal karena kadar hormon tiroksin yang sangat rendah. Berdasarkan konsep sistem endokrin, susunlah penjelasan ilmiah yang mengintegrasikan hubungan antara gangguan hormon, proses metamorfosis, kelangsungan hidup individu, dan dampaknya terhadap keseimbangan ekosistem.
9. Bandingkan respon hormon yang dikeluarkan serangga vs katak dalam menghadapi stres!
10. Berdasarkan perbedaan karakteristik sistem endokrin pada serangga dan katak, susunlah penjelasan ilmiah yang menunjukkan bagaimana perbedaan organisasi sistem endokrin memengaruhi mekanisme respons hormonal

## Kisi-Kisi Pre-Test dan Post-Test Conceptual Understanding Materi Sistem Endokrin

### A. Kisi-kisi Instrumen

| No | CP Prodi                          | CPMK/Sub-CPMK                 | Indikator CU                                                        | Level | Soal                                                                                                                                                     | Pokok Jawaban                                                                              | Skor |
|----|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Menjelaskan peran hormon ecdysone.                                  | C2    | Pada serangga, hormon ecdysone berperan dalam proses?                                                                                                    | Molting dan metamorfosis.                                                                  | 0–4  |
| 2  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Menjelaskan fungsi kelenjar tiroid.                                 | C2    | Kelenjar endokrin pada katak yang berperan penting dalam metamorfosis berudu menjadi katak dewasa adalah?                                                | Kelenjar tiroid (tiroksin).                                                                | 0–4  |
| 3  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Menganalisis perbedaan sistem endokrin invertebrata dan vertebrata. | C4    | Jelaskan perbedaan mendasar antara sistem endokrin invertebrata dan vertebrata ditinjau dari organ penghasil hormon!                                     | Vertebrata memiliki kelenjar endokrin khusus; invertebrata lebih sederhana/neurosekretori. | 0–4  |
| 4  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Menjelaskan hormon molting serangga.                                | C3    | Jelaskan peran hormon utama yang mengatur proses molting pada serangga serta hubungkan dengan perubahan fisiologis yang terjadi selama pergantian kulit. | Ecdysone.                                                                                  | 0–4  |
| 5  | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Menjelaskan hormon metamorfosis katak.                              | C3    | Jelaskan bagaimana hormon tiroksin berperan dalam proses metamorfosis berudu menjadi katak dewasa.                                                       | Tiroksin.                                                                                  | 0–4  |

|   |                                   |                               |                                                                     |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                      |     |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 6 | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Menganalisis pengaruh kadar Juvenile Hormone terhadap metamorfosis. | C4 | Seekor ulat tidak bisa bermetamorfosis menjadi kupu-kupu karena kadar Juvenile Hormone (JH) tetap tinggi meskipun waktunya sudah memasuki tahap pupa. Jelaskan mengapa hal ini bisa terjadi!                                                                                                                                             | JH tinggi mempertahankan fase larva sehingga metamorfosis terhambat. | 0–4 |
| 7 | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Mengevaluasi konsekuensi fisiologis kadar JH tinggi.                | C5 | Apa konsekuensi fisiologisnya bagi serangga tersebut?                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Larva gagal menjadi pupa/dewasa.                                     | 0–4 |
| 8 | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Mengevaluasi dampak tiroksin rendah.                                | C6 | Seekor katak di kolam penelitian mengalami perkembangan abnormal karena kadar hormon tiroksin yang sangat rendah. Berdasarkan konsep sistem endokrin, susunlah penjelasan ilmiah yang mengintegrasikan hubungan antara gangguan hormon, proses metamorfosis, kelangsungan hidup individu, dan dampaknya terhadap keseimbangan ekosistem. | Metamorfosis terhambat, populasi dan ekosistem terdampak.            | 0–4 |
| 9 | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Menganalisis respons hormon stres pada serangga dan katak.          | C4 | Bandingkan respon hormon yang dikeluarkan serangga vs katak dalam menghadapi stres!                                                                                                                                                                                                                                                      | Serangga: octopamine; katak: adrenalin/katekolamin.                  | 0–4 |

|    |                                   |                               |                                                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                        |     |
|----|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10 | P1,<br>KU1,<br>KU2,<br>KK1,<br>S9 | CPMK-1<br>Sub-CPMK<br>1.4–1.5 | Mengevaluasi<br>penyebab<br>perbedaan<br>mekanisme<br>hormonal. | C6 | Berdasarkan<br>perbedaan<br>karakteristik<br>sistem endokrin<br>pada serangga<br>dan katak,<br>susunlah<br>penjelasan ilmiah<br>yang<br>menunjukkan<br>bagaimana<br>perbedaan<br>organisasi sistem<br>endokrin<br>memengaruhi<br>mekanisme<br>respons<br>hormonal<br>terhadap stres. | Perbedaan organisasi<br>sistem endokrin dan<br>kompleksitas fisiologi. | 0–4 |
|----|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|

### C. Rubrik Penskoran Conceptual Understanding

| Skor | Kriteria                             |
|------|--------------------------------------|
| 4    | Konsep lengkap, benar, terintegrasi. |
| 3    | Konsep benar namun kurang lengkap.   |
| 2    | Sebagian konsep benar.               |
| 1    | Jawaban sangat terbatas.             |
| 0    | Tidak menjawab/tidak relevan.        |

## Lampiran 8. Instrumen & Rubrik Asesmen Pembelajaran (LKM)

### LEMBAR PENILAIAN LKM

#### *Pembelajaran Digital Project-Based Learning (D-PjBL) 6D*

##### A. Identitas Penilaian

Mata Kuliah : Fisiologi Hewan  
 Materi : ☐ Sistem Saraf ☐ Sistem Endokrin  
 Nama Mahasiswa :  
 NIM :  
 Kelompok :  
 Dosen/Penilai :  
 Tanggal Penilaian :

##### B. Petunjuk:

Penilaian dilakukan dengan mencocokkan hasilisian LKM mahasiswa pada setiap sintak. Beri pada skor yang paling sesuai.

| Skala Skor | Kriteria                                  |
|------------|-------------------------------------------|
| 4          | : Sangat tepat & lengkap sesuai indikator |
| 3          | : Tepat & cukup lengkap                   |
| 2          | : Kurang tepat / kurang lengkap           |
| 1          | : Tidak tepat / tidak menjawab            |

**Tabel Rubrik Penilaian LKM**

| No | Sintak / Kegiatan LKM | Tahapan / Pertanyaan LKM (CU & PSS)                              | Indikator Jawaban Ideal                   | Skor (1–4) |
|----|-----------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------|
| 1  | Define                | Scaffolding jawaban – CU C2; PSS Plan                            | Menunjukkan Conceptual Understanding awal |            |
| 2  |                       | Rumusan masalah kelompok – CU C4; PSS Plan                       | Rumusan jelas, spesifik, relevan          |            |
| 3  |                       | Tujuan proyek kelompok – CU C4; PSS Plan                         | Tujuan selaras dengan masalah & produk    |            |
| 4  | Design                | Ide produk digital (video) – CU C4; PSS Plan                     | Ide relevan dengan materi & masalah       |            |
| 5  |                       | Storyboard / alur isi produk – CU C6; PSS Plan                   | Alur sistematis & sesuai konsep           |            |
| 6  |                       | Pembagian peran kelompok – CU C3; PSS Plan                       | Peran jelas & proporsional                |            |
| 7  | Develope              | Draft produk digital (sketsa/mind map/naskah) – CU C6; PSS Solve | Draft mencerminkan solusi & konsep utama  |            |
| 8  |                       | Daftar referensi awal ( $\geq 3$ ) – CU C3; PSS Solve            | Referensi relevan & memadai               |            |
|    | Demonstrate           | Penyajian hasil proyek – CU C4–C5; PSS Solve                     | Penyajian runtut & tepat konsep           |            |
| 9  |                       | Ringkasan Produk Digital                                         |                                           |            |

|    |             |                                                                       |                                 |  |
|----|-------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--|
| 10 |             | Poin Penting yang Dipresentasikan                                     |                                 |  |
| 11 | Debrief     | Konsep baru yang dipahami melalui D-PjBL – <i>CU C2; PSS Evaluate</i> | Refleksi konsep tepat           |  |
| 12 |             | Kesulitan yang ditemui saat proyek – <i>CU C4; PSS Evaluate</i>       | Kesulitan teridentifikasi jelas |  |
| 13 |             | Cara kelompok memecahkan masalah – <i>CU C6; PSS Evaluate</i>         | Strategi pemecahan logis        |  |
| 14 | Disseminate | Media publikasi (Padlet/YouTube/IG Edu) – <i>CU C3; PSS Solve</i>     | Media publikasi sesuai          |  |
| 15 |             | Respon/komentar audiens luar – <i>CU C5; PSS Evaluate</i>             | Ada respon/umpan balik          |  |

Skor Maksimal =  $15 \times 4 = 60$

Nilai Akhir =  $(\text{Skor Perolehan} / 60) \times 100$   
= ...

| Rentang Nilai | Kategori    | Interpretasi                                                         |
|---------------|-------------|----------------------------------------------------------------------|
| 85 – 100      | Sangat Baik | Conceptual understanding & problem solving berkembang sangat optimal |
| 70 – 84       | Baik        | Conceptual Understanding dan PSS berkembang dengan baik              |
| 55 – 69       | Cukup       | Pemahaman dan PSS masih parsial                                      |
| < 55          | Kurang      | Belum mencapai capaian pembelajaran                                  |

### C. Konversi Nilai

Nilai Akhir =  $(\text{Skor Perolehan} / \text{Skor Maksimal}) \times 100$   
=

### D. Catatan Penilai (Opsional)

.....  
.....

## Lampiran 9. Instrumen Penilaian Problem Solving Skills (PSS) melalui Produk Proyek Digital Model D-PjBL

Instrumen ini digunakan untuk menilai Keterampilan Pemecahan Masalah (Problem Solving Skills/PSS) mahasiswa melalui produk proyek digital berupa poster (materi Sistem Saraf) dan video (materi Sistem Endokrin). Instrumen diturunkan berdasarkan tahapan Problem Solving Polya sehingga seluruh indikator berorientasi pada kemampuan memecahkan masalah.

### A. Lembar Penilaian

| No | Indikator PSS                                                              | Tahapan Polya | Bukti yang Diamati                                        | Skor (1-4) | Catatan |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------|------------|---------|
| 1  | Mengidentifikasi permasalahan fisiologis secara tepat                      | Understand    | Masalah dirumuskan jelas, kontekstual, berbasis fenomena  |            |         |
| 2  | Menentukan informasi dan konsep ilmiah yang relevan untuk memahami masalah | Understand    | Informasi/konsep yang dipilih mendukung pemahaman masalah |            |         |
| 3  | Merumuskan tujuan penyelesaian masalah                                     | Understand    | Tujuan sesuai dengan masalah yang dikaji                  |            |         |
| 4  | Menyusun strategi penyelesaian masalah                                     | Plan          | Strategi logis, sistematis, dapat diterapkan              |            |         |
| 5  | Mengembangkan solusi ilmiah berdasarkan hasil analisis                     | Solve         | Solusi didukung argumentasi dan hubungan sebab-akibat     |            |         |
| 6  | Menyajikan solusi melalui media digital secara efektif                     | Solve         | Poster/video membantu audiens memahami solusi             |            |         |
| 7  | Mengomunikasikan solusi secara ilmiah                                      | Solve         | Bahasa ilmiah, runtut, komunikatif                        |            |         |
| 8  | Menunjukkan kreativitas dalam mengembangkan solusi                         | Solve         | Ada kebaruan ide/visualisasi                              |            |         |
| 9  | Mengevaluasi dampak dan implikasi solusi                                   | Evaluate      | Dampak biologis/lingkungan dibahas kritis                 |            |         |
| 10 | Mengevaluasi keterpaduan solusi dalam menjawab permasalahan                | Evaluate      | Seluruh komponen produk saling mendukung                  |            |         |

Skor Maksimum = 40

Nilai Akhir =  $(\text{Skor Perolehan} / 40) \times 100$

## B. Rubrik Penskoran Umum

| Skor | Deskripsi                                                                                                                            |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4    | Sangat sesuai dengan indikator; bukti tampak lengkap, logis, sistematis, dan menunjukkan kemampuan problem solving yang sangat baik. |
| 3    | Sesuai dengan indikator; sebagian besar bukti tampak, masih terdapat kekurangan kecil.                                               |
| 2    | Kurang sesuai dengan indikator; hanya sebagian bukti tampak sehingga kemampuan problem solving belum optimal.                        |
| 1    | Tidak sesuai dengan indikator atau belum menunjukkan kemampuan problem solving yang diharapkan.                                      |

## C. Kategori Penilaian

| Rentang | Kategori    | Interpretasi                                    |
|---------|-------------|-------------------------------------------------|
| 85–100  | Sangat Baik | PSS berkembang sangat optimal                   |
| 70–84   | Baik        | PSS berkembang dengan baik                      |
| 55–69   | Cukup       | PSS berkembang namun masih memerlukan penguatan |
| <55     | Kurang      | PSS belum berkembang optimal                    |