

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

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

COVER.....	1
KATA PENGANTAR.....	3
DAFTAR ISI	4
DAFTAR LAMPIRAN.....	5
BAB I. DESKRIPSI PERANGKAT PEMBELAJARAN.....	6
BAB II. POSISI PERANGKAT PEMBELAJARAN DALAM PEMBELAJARAN (RPS & CPMK)	8
BAB III. RINGKASAN MODEL DIGITAL PROJECT-BASED LEARNING (D- PjBL)	10
BAB IV. CAPAIAN PEMBELAJARAN DAN INDIKATOR.....	13
A. Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) yang Dibebankan pada Mata Kuliah	13
B. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	13
C. Sub-Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub-CPMK).....	14
D. Indikator Pencapaian Pembelajaran.....	14
BAB V. PETA KONSEP MATERI SISTEM SARAF DAN SISTEM ENDOKRIN	16
BAB VI. DESAIN PEMBELAJARAN BERBASIS MODEL <i>Digital-Project Based LearninG</i> (D-PJBL) DENGAN SINTAKS 6D.....	18
BAB VII. PERANGKAT PEMBELAJARAN PENDUKUNG IMPLEMENTASI MODEL D-PJBL	20
DAFTAR PUSTAKA	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rencana Pembelajaran Semester (RPS) Mata Kuliah Fisiologi Hewan.	24
Lampiran 2. Satuan Acara Perkuliahan (SAP)	30
Lampiran 3. Satuan Acara Perkuliahan (SAP)	39
Lampiran 4. Bahan Ajar (Ringkasan Materi Sistem Saraf dan Sistem Endokrin pada Hewan Vertebrata dan Invertebrata).....	48
Lampiran 5. Media Pembelajaran Digital	49
Lampiran 6. LKM Panduan Dosen.....	50
Lampiran 7. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Proyek D-PjBL.....	59
Lampiran 8. Instrumen dan Rubrik Conceptual Understanding (Pretest–Posttest)..	64
Lampiran 9. Instrumen dan Rubrik Penilaian LKM.....	69
Lampiran 10. Instrumen Penilaian Problem Solving Skill (PSS) melalui Produk Proyek Digital Model D-PjBL.....	77

BAB I. DESKRIPSI PERANGKAT PEMBELAJARAN

Perangkat pembelajaran ini merupakan sistem pendukung operasional Model *Digital Project-Based Learning* (D-PjBL) pada perkuliahan Fisiologi Hewan. Seluruh komponen diselaraskan melalui constructive alignment antara CPMK, indikator CU C2–C4–C5–C6, PSS *understanding–planning–solving–evaluating*, sintaks 6D, aktivitas, produk, serta asesmen. CU diukur secara individual melalui pretest–posttest, sedangkan PSS dinilai pada unit kelompok melalui LKM dan produk autentik: poster digital Sistem Saraf serta video edukasi Sistem Endokrin.

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

Tahap D-PjBL	Aktivitas Mahasiswa	Produk yang Dihasilkan	Asesmen
<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

Tahap D-PjBL	Aktivitas Mahasiswa	Produk yang Dihasilkan	Asesmen
<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 fisiologi 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 fisiologi 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 fisiologi tubuh hewan.
3. Mengidentifikasi permasalahan fisiologi berdasarkan studi kasus yang diberikan.
4. Merancang strategi pemecahan masalah fisiologi 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 neurotransmiter 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 Understandingtual 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 sintaks 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 sintaks 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

Tahap D-PjBL	Aktivitas Mahasiswa	Produk	Asesmen
<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 Understanding 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 Panduan Dosen dan LKM Mahasiswa disajikan secara lengkap pada Lampiran 6 dan Lampiran 7.

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 4.

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 5.

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 CU, rubrik LKM, dan instrumen PSS disajikan secara lengkap pada Lampiran 8, Lampiran 9, dan Lampiran 10.

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

		PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI				KODE DOKUMEN:
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER						
MATA KULIAH	KODE	RUMPUN MK	BOBOT (SKS)		SEMESTER	TGL PENYUSUNAN
Fisiologi Hewan	322233163 5	Ilmu Inti Biologi	T : 2 sks	P : 1 sks	Gasal	Agustus 2025
Capaian Pembelajaran (CP)	CPL-PRODI yang dibebankan pada MK	CPL 1	Mampu menunjukkan karakter dan Adab yang mencerminkan kemampuan beradaptasi, antusiasme dan integritas sebagai wujud ketaqwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa			
		CPL-2	Menelaah konsep prinsip pedagogi, esensial biologi, sains yang termasuk didalamnya kajian perubahan iklim, matematika, teknologi dan perkembangannya, serta prinsip dasar metodologi ilmiah dan bidang lainnya secara mendalam sehingga mampu memformulasikan penyelesaian masalah prosedural			
		CPL-3	Menyelesaikan masalah secara kritis dan bijak dengan mengaplikasikan konsep prinsip pedagogi, esensial biologi, sains yang termasuk didalamnya kajian perubahan iklim, matematika, teknologi dan perkembangannya, prinsip dasar metodologi ilmiah dan bidang lainnya dengan memanfaatkan IPTEKS dan kearifan lokal, serta mampu mengembangkan diri dan beradaptasi terhadap situasi yang dihadapi			
		CPL-6	Mampu mengambil keputusan dan memilih berbagai alternatif solusi dalam pemecahan masalah bidang biologi dan pendidikan biologi secara mandiri dan kelompok serta menginternalisasi semangat nilai-nilai kewirausahaan			
	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	CPMK-1	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) Sub CPMK : - o Menjelaskan struktur dan fungsi neuron serta jaringan pendukungnya pada sistem saraf hewan. - o Mendeskripsikan mekanisme penghantaran impuls saraf dan transmisi sinaps pada hewan. - o Menganalisis perbedaan sistem saraf pusat, tepi, somatik, dan otonom pada hewan. - o Menjelaskan struktur, jenis hormon, dan mekanisme kerja sistem endokrin pada hewan. - o Menganalisis keterkaitan sistem saraf dan sistem endokrin dalam menjaga homeostasis hewan. Level kognitif: C2–C4 Fokus: Conceptual Understanding fisiologi hewan
	CPMK-2	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) Sub CPMK : - o Mengidentifikasi permasalahan pembelajaran atau fenomena fisiologis terkait sistem saraf dan endokrin. - o Merumuskan solusi berbasis konsep fisiologi hewan melalui pendekatan proye - o Merancang strategi pemecahan masalah menggunakan media dan teknologi digital yang relevan - o Menerapkan langkah pemecahan masalah secara sistematis (identifikasi masalah, analisis, solusi, evaluasi). - o Mengevaluasi efektivitas solusi atau produk digital yang dikembangkan berdasarkan umpan balik. Level kognitif: C2–C6

			Fokus Conceptual Understanding (C2–C4) dan kemampuan pemecahan masalah (C4–C6/HOTS)
		CPMK-3	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) Sub CPMK : - Merancang konsep produk edukatif digital sesuai tujuan pembelajaran fisiologi hewan. - Mengembangkan produk digital (poster Sistem Saraf dan video Sistem Endokrin) berbasis sistem saraf dan endokrin. - Menyajikan produk digital secara lisan dan visual dengan komunikasi ilmiah yang efektif. - Merevisi dan menyempurnakan produk digital berdasarkan masukan dosen dan teman sejawat. - Mempublikasikan produk digital pada platform yang relevan sebagai media pembelajaran biologi. Level kognitif: C5–C6 Fokus: Conceptual Understanding dan kemampuan pemecahan masalah yang diwujudkan dalam produk edukatif digita
Deskripsi Singkat Mata Kuliah	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.		
Bahan Kajian Materi Pembelajaran	- Sistem saraf: struktur, fungsi, mekanisme impuls saraf, sistem saraf pusat & tepi, sistem saraf otonom, refleks. - Sistem endokrin: kelenjar, hormon, mekanisme kerja hormon, integrasi saraf-endokrin. - Aplikasi teknologi digital dalam pembelajaran biologi		

Referensi	Utama			
		1. Hill, R. W., Wyse, G. A., & Anderson, M. (2016). <i>Animal physiology</i> (4th ed.). Sinauer Associates. 2. Moyes, C. D., & Schulte, P. M. (2021). <i>Principles of animal physiology</i> (3rd ed.). Pearson Canada. 3. Randall, D. J., Burggren, W. W., & French, K. (1997). <i>Eckert animal physiology: Mechanisms and adaptations</i> (4th ed.). W. H. Freeman and Company. 4. Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2025). <i>Campbell biology</i> (12th ed.).		
	Pendukung			
		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). 2. Marianti, A. (2013). Pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan jelajah alam sekitar sebagai model perkuliahan fisiologi hewan. <i>Proceeding Biology Education Conference</i>. 3. Marianti, A. (2013). Pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan jelajah alam sekitar sebagai model perkuliahan fisiologi hewan. <i>Proceeding Biology Education Conference</i>.		

Teknik Asesmen	Komponen Penilaian	Persentase	CPMK		
			1	2	3
	Tugas /Laporan 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%
	TOTAL	100	13%	43%	44%

ANALISIS KOMPETENSI MK FISILOGI HEWAN

Mg ke-	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar MK (SubCPMK)	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) Menganalisis konsep dasar dan mekanisme kerja sistem saraf	Menjelaskan struktur neuron dan mekanisme hantaran impuls saraf	Kriteria: ketepatan dan kelengkapan konsep Bentuk: Pretest & LKM konsep	Diskusi konsep, kajian literatur	Akses materi via padlet, web, PPT	Sistem saraf: neuron & impuls	Pretest 5% LKM konsep 5%
2	Sub-CPMK 2 (CPMK 2) Menganalisis permasalahan fisiologis pada sistem saraf	Mengidentifikasi masalah fisiologis berbasis kasus (Polya: understanding)	Kriteria: kejelasan identifikasi masalah & relevansi konsep 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) Merancang dan menerapkan solusi masalah sistem saraf	Menyusun strategi dan solusi berbasis konsep (Polya: planning & carrying out)	Kriteria: ketepatan strategi dan solusi Bentuk: Observasi proses & LKM proyek	Kerja kelompok proyek	Akses materi via padlet, unggah produk digital di sosmed	Pemecahan masalah sistem saraf	Postest : 5% Aktivitas proses 5%
4	Sub-CPMK 4 (CPMK 1)	Menjelaskan jenis hormon dan mekanisme kerjanya	Kriteria: ketepatan dan integrasi konsep	Diskusi konsep & literatur	Akses materi via padlet, web, PPT	Sistem endokrin & hormon	Pretest konsep 5%

	Menganalisis konsep dan mekanisme kerja sistem endokrin		Bentuk: pretest parsial & LKM konsep				LKM konsep 5%
5	Sub-CPMK 5 (CPMK 2) Menganalisis permasalahan fisiologis pada sistem endokrin	Merumuskan masalah dan rencana solusi (Polya: understanding & planning)	Kriteria: ketepatan analisis dan perencanaan solusi Bentuk: LKM problem solving	Diskusi berbasis masalah	Akses materi via padlet, web, PPT	Gangguan sistem endokrin	LKM problem solving 5%
6	Sub-CPMK 6 (CPMK 3) Mengevaluasi solusi dan mengomunikasikan hasil dalam produk digital	Mengevaluasi solusi dan refleksi (Polya: looking back)	Kriteria: akurasi konsep, kualitas problem solving, refleksi 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% Aktivitas proses 5% Posttest akhir 10%

Semarang, Juli 2025

Penyusun RPS

Atip Nurwahyunani, S.Si., S.Pd., M.Pd.

Lampiran 2. Satuan Acara Perkuliahan (SAP)

Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 1

Mata Kuliah : Fisiologi Hewan
Program Studi : Pendidikan Biologi
Topik : Sistem Saraf – Struktur & Refleks
Model/Sintaks : D-PjBL/ *Define–Design*
Waktu : 3x50'

Komponen	Uraian
CPMK	Mahasiswa mampu menganalisis struktur sistem saraf hewan dan merancang proyek digital tentang mekanisme refleks.
Sub-CPMK & Indikator	1. Menjelaskan struktur sistem saraf vertebrata & invertebrata. 2. Mengidentifikasi jalur refleks sederhana pada hewan (contoh katak). 3. Merancang proposal proyek digital terkait sistem saraf.
Tujuan Pembelajaran	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan: 1. Memahami struktur sistem saraf hewan. 2. Mengidentifikasi mekanisme refleks sederhana. 3. Menyusun rancangan awal proyek digital sistem saraf.
Materi Pokok	Struktur sistem saraf hewan, refleks sederhana, perbandingan vertebrata & invertebrata.
Metode Pembelajaran	D-PjBL (fase <i>Define & Design</i>), diskusi kelompok, studi kasus.
Media/Alat/Bahan	PPT, LMS, Padlet, literatur digital/jurnal.
Penilaian	• Teknik : observasi, tugas kelompok. • Instrumen : lembar observasi aktivitas, draft proposal proyek. • Bobot : 30%.

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 menghindari 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 dan invertebrata sebagai bahan poster digital.
 - Ide poster digital Sistem Saraf yang memvisualisasikan mekanisme, perbandingan, masalah autentik, dan solusi ilmiah.

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
Pendahuluan	- Menyampaikan salam & apersepsi. - Menyampaikan tujuan perkuliahan & kaitannya dengan sintaks 6D. - Memotivasi mahasiswa dengan fenomena refleks pada hewan.	- Menyimak pengantar dosen. - Memberikan respon terhadap apersepsi. - Menyampaikan pengalaman terkait fenomena refleks hewan.	15'
Inti – <i>Define</i>	- Menyajikan studi kasus refleks pada katak (misalnya kaki katak yang terpotong masih dapat bergerak jika distimulasi). - Memberikan stimulus pertanyaan analitis.	- Menganalisis studi kasus. - Mengidentifikasi struktur sistem saraf dan jalur refleks. - Diskusi kelompok kecil.	60'
Inti – <i>Design</i>	- Mengarahkan mahasiswa membuat rancangan awal proyek digital. - Memberikan instruksi penggunaan Padlet untuk brainstorming.	- Brainstorming ide proyek di Padlet - Menentukan judul & tujuan proyek. - Menyusun draft proposal proyek digital sistem saraf.	60'
Penutup	- Memfasilitasi refleksi pembelajaran (apa yang dipelajari & apa yang masih perlu dikaji). - Memberikan instruksi tugas lanjutan (melengkapi proposal).	- Menyampaikan refleksi singkat - Menyimak instruksi tugas lanjutan.	15'

Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 2

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

Komponen	Uraian
CPMK	Mahasiswa mampu mengembangkan dan mempresentasikan produk digital yang merepresentasikan mekanisme impuls saraf pada hewan secara akurat dan komunikatif.
Sub-CPMK & Indikator	1. Menjelaskan mekanisme potensial aksi dan transmisi impuls saraf secara runtut. 2. Mengembangkan produk digital (poster digital) tentang impuls saraf. 3. Mempresentasikan produk digital dengan komunikasi ilmiah yang baik.
Tujuan Pembelajaran	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan: 1. Mahasiswa mampu menganalisis mekanisme potensial aksi. 2. Menghasilkan dan mempresentasikan produk digital terkait mekanisme impuls saraf
Materi Pokok	Potensial aksi (depolarisasi, repolarisasi, hiperpolarisasi), transmisi sinaps, konduksi impuls.
Metode Pembelajaran	diskusi kelompok, presentasi, tanya jawab
Media/Alat/Bahan	Canva, Powtoon/Genially, Google Meet/Zoom, YouTube/Blog, PPT.
Penilaian	Produk digital (30%) 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 Na^+ dan K^+ yang tidak seimbang.

- Potensial aksi terjadi melalui tiga fase utama: depolarisasi (Na^+ masuk), repolarisasi (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 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	- Menyampaikan tujuan pertemuan. - Mereview hasil rancangan proyek	- Menyimak pengantar. - Menyampaikan ringkasan hasil rancangan proyek (proposal).	10'

	dari pertemuan sebelumnya. - Memberikan motivasi pentingnya memahami mekanisme impuls.		
Inti – <i>Develop</i>	- Memberikan penguatan materi potensial aksi & transmisi impuls. - Mengarahkan mahasiswa mengembangkan produk digital berbasis proposal sebelumnya. - Memantau diskusi & memberi bimbingan teknis (pemakaian Canva/Powtoon).	- Mengembangkan produk digital (poster digital) terkait mekanisme impuls - Diskusi kelompok. - Menyelesaikan produk untuk dipresentasikan.	90'
Inti – <i>Demonstrate</i>	- Memfasilitasi presentasi kelompok di kelas. - Memberikan pertanyaan pemandu.	- Menyajikan produk digital masing-masing kelompok. - Menjawab pertanyaan audiens. - Memberikan masukan dan saran perbaikan proyek digital yang telah dihasilkan	30'
Penutup	- Memfasilitasi refleksi pembelajaran (apa yang dipelajari & apa yang masih perlu dikaji). - Memberikan instruksi tugas lanjutan (menyempurnakan proyek sesuai masukan dari teman & dosen).	- Menyampaikan refleksi singkat - Menyimak instruksi tugas lanjutan.	15'

Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 3

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

Komponen	Uraian
CPMK	Mahasiswa mampu melakukan refleksi, evaluasi, dan publikasi produk digital sistem saraf secara bertanggung jawab.
Sub-CPMK & Indikator	4. Merefleksikan proses dan hasil pemecahan masalah proyek. 5. Menyempurnakan dan mempublikasikan produk digital. 6. Menunjukkan Conceptual Understanding melalui diskusi reflektif.
Tujuan Pembelajaran	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan: 4. Mahasiswa mampu merefleksikan pengalaman belajar 5. mendiseminasikan produk digital sistem saraf pada media yang relevan.
Materi Pokok	Integrasi sistem saraf, aplikasi mekanisme impuls saraf dalam kehidupan hewan.
Metode Pembelajaran	Refleksi terbimbing, diskusi, publikasi ilmiah populer.
Media/Alat/Bahan	PPT, LMS, Padlet, literatur digital/jurnal.
Penilaian	• Refleksi tertulis (10%) • Publikasi produk digital (20%)

A. Materi Topik:

1. Integrasi Sistem Saraf
 - o Sistem saraf tidak bekerja secara terpisah, tetapi mengintegrasikan berbagai rangsangan.
 - o Contoh: respon koordinasi ikan saat berenang, atau burung saat terbang yang memerlukan keseimbangan cepat.

- o Menunjukkan bahwa fisiologi saraf sangat terkait dengan kelangsungan hidup hewan.
2. Kaitannya dengan Proyek Digital
 - o Mahasiswa diminta membuat poster digital Sistem Saraf tentang mekanisme potensial aksi atau transmisi impuls.
 - o Produk berupa poster digital yang dapat memuat aliran ion Na^+/K^+ , perbandingan konduksi saltatori dan kontinu, atau mekanisme 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
Pendahuluan	- Membuka perkuliahan dengan salam & motivasi - Orientasi refleksi - Menyampaikan tujuan pembelajaran & kaitannya dengan sintaks 6D.	- Menyimak apersepsi & tujuan pembelajaran. - Memberikan tanggapan awal terkait refleksikan proses dan hasil	15'
Inti – Debrief	- Memimpin diskusi reflektif. - Memberikan klarifikasi dan penguatan konsep. - Menghubungkan hasil proyek dengan konsep fisiologi hewan.	- Memberikan refleksi terkait pengalaman belajar. - Menyampaikan kendala & solusi saat membuat proyek.	60'
Inti – Disseminate	- Mengarahkan mahasiswa merevisi akhir & mempublikasikan produk	- Merevisi & mengunggah produk digital.	60'

	digital ke platform (YouTube, Blog, Padlet). - Memberikan kriteria publikasi yang baik.	- Membagikan link hasil karya ke LMS/kelas.	
Penutup	- Memberikan apresiasi hasil karya. - Menyimpulkan hasil pembelajaran. - Menyampaikan rencana pertemuan berikutnya (Sistem Endokrin).	- Mendengarkan kesimpulan. - Menyimak instruksi dosen.	15'

Lampiran 3. Satuan Acara Perkuliahan (SAP)

Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 4

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

Komponen	Uraian
CPMK	Mahasiswa mampu menjelaskan fenomena fisiologis yang dikendalikan sistem endokrin serta merancang proyek digital terkait peran hormon pada hewan.
Sub-CPMK & Indikator	1. Mengidentifikasi hormon utama pada hewan (tiroksin, hormon reproduksi, kortisol). 2. Menjelaskan peran hormon pada fenomena fisiologis (metamorfosis, reproduksi, respon stres). 3. Menyusun rancangan awal proyek digital terkait sistem endokrin.
Tujuan Pembelajaran	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan: 1. Memahami fungsi utama hormon pada hewan. 2. Mengaitkan fenomena fisiologis hewan dengan sistem endokrin 3. .Menyusun rancangan proyek digital tentang peran hormon.
Materi Pokok	Peran tiroksin pada metamorfosis katak, hormon reproduksi (FSH, LH), hormon stres (kortisol/adrenalin) pada hewan.
Metode Pembelajaran	D-PjBL (fase <i>Define & Design</i>), diskusi kelompok, studi kasus.
Media/Alat/Bahan	PPT, LMS, Padlet, jurnal ilmiah, video dokumenter hewan.
Penilaian	Teknik : observasi, tugas kelompok. Instrumen : lembar observasi aktivitas, draft proposal proyek digital endokrin. 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:
 - ⇒ Video edukasi mekanisme metamorfosis katak dengan dan tanpa pengaruh tiroksin.
 - ⇒ Video edukasi peran hormon reproduksi pada hewan.
 - ⇒ Video edukasi dampak stres lingkungan terhadap regulasi 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
Pendahuluan	- Membuka perkuliahan dengan salam & motivasi - Mengaitkan materi dengan fenomena sehari-hari (contoh: metamorfosis katak, ikan menghadapi stres lingkungan). - Menyampaikan tujuan pembelajaran & kaitannya dengan sintaks 6D.	- Menyimak apersepsi & tujuan pembelajaran. - Memberikan tanggapan awal terkait fenomena hormon.	15'
Inti – <i>Define</i>	- Menyajikan studi kasus: metamorfosis katak yang gagal akibat pencemaran lingkungan. - Menjelaskan konsep dasar hormon yang terlibat. - Memberikan stimulus pertanyaan analitis.	- Menganalisis studi kasus. - Mengidentifikasi hormon yang berperan (misalnya tiroksin). - Diskusi kelompok kecil.	45'
Inti – <i>Design</i>	- Mengarahkan mahasiswa menyusun rancangan proyek digital tentang peran hormon. - Memberikan instruksi brainstorming ide di Padlet. - Memberikan contoh jenis produk digital (video edukasi).	- Brainstorming ide proyek digital. - Menentukan judul & tujuan proyek kelompok. - Menyusun draft proposal proyek digital endokrin.	45'
Penutup	- Memfasilitasi refleksi pembelajaran. - Memberikan arahan tugas lanjutan (melengkapi proposal).	- Menyampaikan refleksi singkat. - Menyimak instruksi dosen.	15'

Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 5

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

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

A. Materi Pokok

A. Mekanisme kerja hormon

Perbedaan mekanisme kerja hormon peptida/protein dan hormon steroid berdasarkan jenis reseptor dan jalur transduksi sinyal.

B. Peran tiroksin dalam metamorfosis amfibi

Tiroksin sebagai pengatur perubahan morfologi dan fisiologi selama metamorfosis.

C. Hormon reproduksi (FSH dan LH)

Regulasi pematangan gamet dan peran umpan balik hormon.

D. Hormon stres (adrenalin dan kortisol)

Respons fisiologis cepat dan lambat terhadap stres lingkungan.

E. 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
Pendahuluan	- Menyampaikan tujuan pembelajaran. - Mengaitkan dengan rancangan proyek pertemuan sebelumnya. - Memotivasi pentingnya memahami mekanisme hormon untuk kelangsungan hidup hewan.	- Menyimak tujuan & apersepsi. - Menyampaikan ringkasan rancangan proyek endokrin.	15'
Inti – Develop	- Memberikan penguatan materi mekanisme	- Mengembangkan produk digital (video edukasi) sesuai proposal.	45'

	hormon (contoh: tiroksin dalam metamorfosis, kortisol pada stres). - Membimbing mahasiswa dalam mengembangkan produk digital.		
Inti – <i>Demonstrate</i>	- Memfasilitasi presentasi kelompok di kelas. - Memberikan pertanyaan penguat & klarifikasi.	- Mempresentasikan hasil proyek digital kelompok. - Menjawab pertanyaan audiens.	30'

Satuan Acara Perkuliahan (SAP) – Pertemuan 6

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

Komponen	Uraian
CPMK	Mahasiswa mampu melakukan refleksi, evaluasi, dan publikasi produk digital sistem saraf secara bertanggung jawab.
Sub-CPMK & Indikator	1. Merefleksikan proses dan hasil pemecahan masalah proyek. 2. Menyempurnakan dan mempublikasikan produk digital. 3. Menunjukkan Conceptual Understanding melalui diskusi reflektif.
Tujuan Pembelajaran	Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa diharapkan: 1. Mahasiswa mampu merefleksikan pengalaman belajar 2. mendiseminasikan produk digital sistem saraf pada media yang relevan.
Materi Pokok	Integrasi sistem saraf, aplikasi mekanisme impuls saraf dalam kehidupan hewan.
Metode Pembelajaran	Refleksi terbimbing, diskusi, publikasi ilmiah populer.
Media/Alat/Bahan	PPT, LMS, Padlet, literatur digital/jurnal.
Penilaian	• Refleksi tertulis (10%) • Publikasi produk digital (20%)

A. 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.

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 Perkuliahan

Tahap	Aktivitas Dosen	Aktivitas Mahasiswa	Waktu
Pendahuluan	- Membuka perkuliahan dengan salam & motivasi - Orientasi refleksi Menyampaikan tujuan pembelajaran & kaitannya dengan sintaks 6D.	- Menyimak apersepsi & tujuan pembelajaran. - Memberikan tanggapan awal terkait refleksikan proses dan hasil	15'
Inti – Debrief	- Memimpin diskusi reflektif (apa yang dipelajari, tantangan, & solusi). - Menghubungkan hasil proyek dengan peran sistem endokrin dalam fisiologi hewan.	- Memberikan refleksi tentang proses belajar & produk digital yang dihasilkan. - Menyampaikan kendala & solusi.	60'
Inti – Disseminate	- Mengarahkan mahasiswa untuk mempublikasikan	- Mengunggah produk digital	60'

	produk digital di YouTube/Blog/Padlet. - Memberikan kriteria publikasi.	kelompok ke platform digital. - Membagikan link di LMS.	
Penutup	- Memberikan apresiasi terhadap hasil karya. - Menyimpulkan hasil pembelajaran topik endokrin.- Memberikan arahan penugasan akhir.	- Menyimak kesimpulan. - Memberikan feedback singkat.	15'

Lampiran 4. Bahan Ajar

(Ringkasan Materi Sistem Saraf dan Sistem Endokrin pada Hewan Vertebrata dan Invertebrata)

atipnurwahyunani.com



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 sintaks 6D dalam sintaks D-PjBL.

C. Cara Akses Media

Media pembelajaran digital berbasis Padlet dapat diakses melalui tautan berikut:

Lampiran 6. LKM Panduan Dosen

IMPLEMENTASI MODEL D-PJBL PADA PERKULIAHAN FISILOGI HEWAN

Mata Kuliah	Fisiologi Hewan
Program Studi	Pendidikan Biologi
Model Pembelajaran	Digital Project-Based Learning (D-PjBL)
Cakupan	Sistem Saraf dan Sistem Endokrin
Penyusun	Atip Nurwahyunani

A. Kedudukan dan Fungsi Panduan

Dokumen ini merupakan pegangan dosen untuk memfasilitasi dua proyek dalam LKM mahasiswa. Pemetaan sintaks 6D, indikator *Conceptual Understanding* (CU), tahapan *Problem Solving Skill* (PSS), scaffolding, bukti belajar, dan asesmen ditampilkan secara eksplisit agar implementasi model konsisten. Dokumen ini tidak dibagikan sebagai lembar isian mahasiswa.

B. Capaian yang Difasilitasi

1. Menjelaskan dan menganalisis mekanisme koordinasi sistem saraf serta sistem endokrin pada vertebrata dan invertebrata.
2. Mengevaluasi ketepatan representasi konsep berdasarkan bukti ilmiah.
3. Menghasilkan produk digital yang mengomunikasikan solusi atau penjelasan ilmiah secara akurat.
4. Menerapkan pemecahan masalah melalui tahap memahami masalah, menyusun rencana, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali.

C. Peta Operasional Model D-PjBL

Sintaks	Peran dosen	Indikator CU	Tahap PSS	Bukti belajar
Define	Mengorientasikan mahasiswa pada topik besar dan kasus autentik; memfasilitasi identifikasi fakta, konsep, kesenjangan informasi, dan rumusan masalah.	C2: menjelaskan konsep awal; C4: menganalisis kasus dan hubungan antarkomponen .	Memahami masalah: mengidentifikasi diketahui–ditanyakan–kendala.	Peta fakta/pertanyaan; rumusan masalah dan tujuan proyek.

Design	Membimbing penetapan solusi komunikasi digital, sasaran audiens, isi, sumber, pembagian tugas, jadwal, dan kriteria mutu.	C4: mengorganisasi informasi; C6: merancang representasi konsep.	Menyusun rencana: memilih strategi, sumber, dan tahapan penyelesaian.	Proposal ringkas; peta konsep; storyboard/lay out; jadwal.
Develop	Memantau pencarian bukti, pengolahan konsep, produksi prototipe, uji keterbacaan/akurasi, dan perbaikan.	C4: mengurai dan menghubungkan bukti; C5: menilai akurasi; C6: menghasilkan produk.	Melaksanakan rencana: menerapkan strategi, memonitor proses, mengatasi hambatan.	Draft/prototipe; log kemajuan; daftar referensi; produk versi 1.
Demonstrate	Mengatur unjuk karya dan tanya jawab; menguji ketepatan konsep dan kualitas argumentasi.	C4: menjelaskan hubungan; C5: mempertahankan penilaian berbasis bukti.	Melaksanakan dan mengomunikasikan penyelesaian.	Presentasi; respons atas pertanyaan; umpan balik sejawat.
Debrief	Memfasilitasi telaah proses dan hasil; membandingkan tujuan dengan capaian; memutuskan revisi.	C5: mengevaluasi produk/argumen; C6: merumuskan perbaikan.	Memeriksa kembali: memvalidasi hasil dan menentukan koreksi.	Catatan umpan balik; daftar revisi; refleksi individu/kelompok.
Disseminate	Memastikan revisi selesai, etika publikasi dipenuhi, dan produk dibagikan kepada audiens autentik.	C5: menilai kelayakan publikasi; C6: menyajikan produk final.	Memeriksa kembali dampak dan keberterimaan solusi.	Produk final; tautan publikasi; tanggapan audiens.

D. Prinsip Scaffolding

1. Mulai dari pertanyaan terbuka; bukan langsung memberi jawaban konsep.
2. Gunakan pertanyaan penuntun hanya ketika kelompok tidak dapat melanjutkan secara mandiri.
3. Minta mahasiswa menunjukkan sumber dan alasan, bukan sekadar menyebut istilah.

4. Kurangi bantuan secara bertahap saat mahasiswa mampu mengambil keputusan proyek.
5. Catat miskonsepsi dan hambatan sebagai dasar debrief serta tindak lanjut.

PROYEK A — Sistem Saraf

TOPIK BESAR

Bagaimana sistem saraf vertebrata dan invertebrata mengoordinasikan respons yang cepat dan tepat terhadap perubahan lingkungan?

Komponen	Keterangan
Alokasi	Pertemuan 1–3
Produk utama	Poster digital
Konsep kunci	organisasi sistem saraf; neuron dan transmisi impuls; lengkung refleks; integrasi sensorik-motorik; perbandingan vertebrata–invertebrata
Bukti proses dan hasil	rumusan masalah, peta konsep, rancangan poster, produk final, presentasi, catatan revisi, tautan publikasi

A. Situasi Autentik dan Tantangan Proyek

Katak segera melompat ketika mendeteksi ancaman, sedangkan serangga menampilkan respons orientasi, gerak, atau menghindar terhadap rangsangan. Keduanya menerima rangsangan dan menghasilkan respons, tetapi organisasi sistem saraf serta jalur koordinasinya tidak sama.

TANTANGAN PROYEK: Rancang poster digital komparatif yang menjelaskan alur stimulus–reseptor–pusat integrasi–efektor–respons pada katak dan satu contoh serangga, serta menunjukkan bagaimana perbedaan organisasi sistem saraf memengaruhi respons adaptif keduanya.

B. Spesifikasi Minimum Produk

1. Memuat satu kasus respons katak dan satu kasus respons serangga.
2. Menampilkan alur mekanisme respons secara ilmiah dan mudah dibaca.
3. Memuat persamaan dan perbedaan organisasi atau mekanisme saraf.
4. Menggunakan minimal tiga sumber ilmiah yang kredibel.
5. Mencantumkan sitasi ringkas dan daftar referensi.

C. Skenario Fasilitasi per Sintaks

6D	Fokus	Peran dosen	Scaffolding yang dapat digunakan	C U	PSS	Bukti
Defi ne	Orientasi masalah dan penetapan fokus proyek	Tampilkan kasus tanpa memberi uraian mekanisme lengkap. Minta mahasiswa mencatat fakta, dugaan awal, informasi yang belum diketahui, dan pertanyaan yang layak dijawab melalui produk. Fasilitasi pemilihan satu fokus yang tetap menjawab topik besar.	Apa yang sudah diketahui dari kasus? Bukti apa yang mendukung dugaan itu? Bagian mekanisme mana yang belum dapat dijelaskan? Mengapa masalah ini penting bagi audiens?	C2, C4	Memahami masalah	Rumusan masalah spesifik, tujuan proyek, dan kebutuhan informasi.
Desi gn	Perencanaan solusi dan representasi digital	Minta kelompok menentukan audiens, pesan utama, struktur isi, sumber data, format visual/audio, pembagian peran, jadwal, dan indikator mutu. Uji apakah rancangan benar-benar menjawab rumusan masalah.	Apa pesan ilmiah utama? Bagaimana urutan informasi membantu audiens memahami mekanisme? Sumber mana yang paling dapat dipercaya? Apa risiko rencana dan alternatifnya?	C4, C6	Menyusun rencana	Peta konsep, layout/storyboard, daftar sumber, pembagian tugas, jadwal.
Dev elop	Produksi, pemantauan, dan uji awal	Lakukan konferensi singkat per kelompok. Periksa akurasi konsep, koherensi mekanisme, kualitas bukti, kejelasan komunikasi, etika penggunaan media, dan keterlaksanaan	Apakah setiap klaim memiliki sumber? Adakah lompatan mekanisme? Bagian mana yang dapat menimbulkan miskonsepsi? Apa hambatan utama dan langkah penanganannya?	C4, C5, C6	Melaksanakan rencana	Prototipe, log proses, hasil uji awal, dan produk versi 1.

		jadwal. Jangan mengambil alih keputusan kelompok.				
Demonstrate	Unjuk karya dan pengujian argumentasi	Atur presentasi ringkas. Kelompok menjelaskan keputusan konseptual dan desain, lalu menjawab pertanyaan. Sejawat memberi umpan balik berbasis kriteria.	Bagian mana yang paling kuat? Konsep apa yang perlu diklarifikasi? Apakah kesimpulan sejalan dengan bukti?	C4, C5	Melaksanakan rencana	Presentasi, tanya jawab, dan umpan balik sejawat.
Debrief	Pemeriksaan kembali dan keputusan revisi	Bandungkan produk dengan tujuan, spesifikasi, dan umpan balik. Minta kelompok memilah revisi wajib dan pengayaan, serta menjelaskan alasannya. Tutup dengan refleksi individu.	Apa yang berubah dari pemahaman awal? Keputusan mana yang perlu direvisi? Apa bukti bahwa revisi memperbaiki produk? Strategi apa yang akan dipertahankan?	C5, C6	Memeriksa kembali	Matriks umpan balik—keputusan revisi dan refleksi.
Disseminate	Finalisasi dan publikasi bertanggung jawab	Verifikasi akurasi, sitasi, kredit media, privasi, aksesibilitas, serta kesesuaian kanal. Minta kelompok merekam tautan dan tanggapan audiens.	Apakah produk layak dipublikasikan? Siapa audiensnya? Bagaimana tanggapan audiens digunakan untuk menilai kebermanfaatan produk?	C5, C6	Memeriksa kembali	Produk final, tautan publikasi, dan respons audiens.

D. Antisipasi Konsep dan Miskonsepsi

Miskonsepsi potensial	Konsep yang diarahkan	Tindak lanjut dosen
Respons cepat selalu berarti refleks.	Bedakan respons refleks dan respons sadar berdasarkan jalur integrasi.	Minta kelompok menelusuri alur impuls dan lokasi integrasi.
Sistem saraf serangga sama dengan vertebrata, hanya lebih sederhana.	Organisasi ganglion/rantai saraf ventral berbeda dari SSP vertebrata.	Gunakan diagram komparatif berbasis sumber zoologi/fisiologi.
Neuron mengirim “listrik” tanpa proses kimia.	Transmisi melibatkan potensial aksi dan sinaps kimia/elektrik.	Minta kelompok menandai bagian listrik dan kimia pada alur.

E. Checkpoint dan Asesmen Formatif

Checkpoint	Yang diperiksa	Keputusan tindak lanjut
Setelah Define	Masalah spesifik, relevan, dapat ditelusuri, dan selaras dengan topik besar.	Setujui fokus atau minta penyempitan/perumusan ulang.
Setelah Design	Alur konsep, kelayakan rencana, sumber, peran, jadwal, dan kriteria mutu.	Izinkan produksi atau minta perbaikan rancangan.
Saat Develop	Akurasi, koherensi, bukti, progres, dan etika media.	Berikan pertanyaan penuntun dan batas waktu revisi.
Setelah Demonstrate	Umpan balik substansial dan respons kelompok.	Tetapkan revisi wajib dan pengayaan.
Sebelum Disseminate	Produk final, sitasi, kredit, privasi, aksesibilitas.	Berikan izin publikasi atau kembalikan untuk koreksi.

PROYEK B — Sistem Endokrin

Topik besar	Bagaimana sistem endokrin vertebrata dan invertebrata mengatur respons, perkembangan, reproduksi, atau homeostasis ketika lingkungan berubah?
Produk utama	Video edukasi Sistem Endokrin
Alokasi	Pertemuan 4–6
Aspek CU	C2 memahami; C4 menganalisis; C5 mengevaluasi; C6 mencipta
Aspek PSS	Understanding; planning; solving; evaluating — dinilai pada unit kelompok

A. Situasi Autentik dan Tantangan Proyek

Arahkan kelompok memilih fenomena regulasi hormon pada vertebrata atau invertebrata yang dapat dijelaskan melalui hubungan stimulus, kelenjar/sel endokrin, hormon, target, respons, dan mekanisme umpan balik. Fenomena harus memiliki masalah yang jelas, bukti ilmiah, serta ruang untuk merumuskan solusi atau pesan edukatif.

B. Spesifikasi Minimum Produk

Video memuat masalah autentik, konsep utama, perbandingan vertebrata–invertebrata bila relevan, analisis sebab–akibat, solusi/pesan ilmiah, narasi dan visual yang komunikatif, sitasi sumber, kredit media, serta simpulan. Durasi dan aplikasi disesuaikan dengan kondisi kelas.

C. Skenario Fasilitasi per Sintaks

Define: bantu kelompok memperjelas masalah dan konsep.

Design: periksa storyboard, pembagian peran, sumber, jadwal, dan kriteria keberhasilan.

Develop: berikan scaffolding konseptual dan teknis tanpa mengambil alih keputusan.

Demonstrate: fasilitasi presentasi, pertanyaan, dan umpan balik berbasis rubrik.

Debrief: tuntun kelompok mengevaluasi kekuatan, kelemahan, dan revisi.

Disseminate: verifikasi akurasi, etika, hak cipta, sasaran audiens, serta bukti publikasi.

D. Antisipasi Konsep dan Miskonsepsi

Waspadai anggapan bahwa semua hormon bekerja cepat, setiap hormon hanya memiliki satu fungsi, semua invertebrata memiliki kelenjar yang sama dengan vertebrata, serta umpan balik selalu bersifat negatif. Gunakan pertanyaan penuntun dan sumber primer/tepercaya untuk mengoreksi miskonsepsi.

E. Checkpoint dan Asesmen Formatif

Checkpoint 1: rumusan masalah dan tujuan.

Checkpoint 2: storyboard, sumber, pembagian tugas, dan jadwal.

Checkpoint 3: draf video serta ketepatan konsep.

Checkpoint 4: umpan balik presentasi.

Checkpoint 5: revisi final, refleksi, dan bukti diseminasi. Dokumentasikan bukti understanding, planning, solving, dan evaluating dalam LKM serta produk kelompok.

Lampiran 7. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Proyek D-PjBL

LEMBAR KERJA MAHASISWA

LKM ini digunakan oleh mahasiswa sebagai panduan kerja kelompok. Kerjakan berdasarkan bukti ilmiah, dokumentasikan keputusan penting, dan gunakan ruang yang tersedia secara ringkas. Istilah sintaks 6D serta label CU–PSS tidak ditampilkan agar perhatian mahasiswa tetap tertuju pada masalah dan proyek.

Nama kelompok :
Anggota kelompok :
Kelas/Program studi :
Tanggal pelaksanaan :

PROYEK A — SISTEM SARAF

Topik besar	Bagaimana sistem saraf vertebrata dan invertebrata mengoordinasikan respons yang cepat dan tepat terhadap perubahan lingkungan?
Produk utama	Poster digital
Alokasi	Pertemuan 1–3
Unit kerja dan penilaian	Kelompok; kontribusi anggota didokumentasikan

Petunjuk Proyek

Gunakan sumber ilmiah tepercaya, hubungkan konsep dengan fenomena, tunjukkan proses pengambilan keputusan kelompok, dan perbaiki produk berdasarkan umpan balik. Produk akhir harus akurat, komunikatif, terbaca/terdengar jelas, mencantumkan sumber, dan layak didiseminasikan.

A. Memahami Tantangan

1. Tuliskan fenomena atau masalah autentik yang dipilih.
Jawaban/catatan:
.....
2. Jelaskan konsep Sistem Saraf yang diperlukan untuk memahami masalah.
Jawaban/catatan:
.....
3. Rumuskan pertanyaan dan tujuan proyek kelompok.
Jawaban/catatan:
.....

B. Merancang Proyek

1. Tentukan pesan atau solusi ilmiah yang akan disampaikan.

Jawaban/catatan:
.....

2. Buat sketsa poster, pembagian tugas, sumber utama, dan jadwal kerja.

Jawaban/catatan:
.....

3. Tetapkan kriteria keberhasilan poster.

Jawaban/catatan:
.....

C. Mengembangkan Poster

1. Catat bukti ilmiah yang digunakan dan alasan pemilihannya.

Jawaban/catatan:
.....

2. Jelaskan hubungan stimulus–reseptor–pusat integrasi–efektor–respons.

Jawaban/catatan:
.....

3. Cantumkan perubahan yang dilakukan setelah konsultasi atau umpan balik.

Jawaban/catatan:
.....

D. Presentasi dan Umpan Balik

1. Catat dua kekuatan poster dan dua saran perbaikan dari dosen/kelompok lain.

Jawaban/catatan:
.....

2. Tuliskan jawaban kelompok terhadap pertanyaan penting saat presentasi.

Jawaban/catatan:
.....

E. Refleksi dan Revisi

1. Apa bagian poster yang paling kuat dan yang masih perlu diperbaiki?

Jawaban/catatan:
.....

2. Tuliskan revisi final beserta alasannya.

Jawaban/catatan:
.....

F. Publikasi

Cantumkan media, sasaran audiens, tautan/QR publikasi, dan bukti bahwa etika serta sumber telah diperiksa.

Jawaban/catatan:

G. Dokumentasi Kontribusi Anggota

[illegible]

PROYEK B — SISTEM ENDOKRIN

Topik besar	Bagaimana sistem endokrin vertebrata dan invertebrata mengatur respons, perkembangan, reproduksi, atau homeostasis ketika lingkungan berubah?
Produk utama	Video edukasi
Alokasi	Pertemuan 4–6
Unit kerja dan penilaian	Kelompok; kontribusi anggota didokumentasikan

A. Petunjuk Proyek

Gunakan sumber ilmiah terpercaya, hubungkan konsep dengan fenomena, tunjukkan proses pengambilan keputusan kelompok, dan perbaiki produk berdasarkan umpan balik. Produk akhir harus akurat, komunikatif, terbaca/terdengar jelas, mencantumkan sumber, dan layak didiseminasikan.

B. Memahami Tantangan

1. Tuliskan fenomena atau masalah autentik yang dipilih.
Jawaban/catatan:
.....
2. Jelaskan konsep hormon, organ/sel target, mekanisme kerja, dan umpan balik yang relevan.
Jawaban/catatan:
.....
3. Rumuskan pertanyaan dan tujuan proyek kelompok.
Jawaban/catatan:
.....

C. Merancang Proyek

1. Tentukan pesan atau solusi ilmiah yang akan disampaikan.
Jawaban/catatan:
.....
2. Susun storyboard, pembagian peran, sumber utama, aplikasi, dan jadwal produksi.
Jawaban/catatan:
.....
3. Tetapkan kriteria keberhasilan video.
Jawaban/catatan:
.....

D. Mengembangkan Video

1. Catat bukti ilmiah yang digunakan dan alasan pemilihannya.
Jawaban/catatan:
.....
2. Jelaskan alur stimulus–kelenjar/sel endokrin–hormon–target–respons–umpan balik.
Jawaban/catatan:
.....
3. Cantumkan perubahan yang dilakukan setelah konsultasi atau umpan balik.
Jawaban/catatan:
.....

E. Presentasi dan Umpan Balik

1. Catat dua kekuatan video dan dua saran perbaikan dari dosen/kelompok lain.
Jawaban/catatan:
.....
2. Tuliskan jawaban kelompok terhadap pertanyaan penting saat presentasi.
Jawaban/catatan:
.....

F. Refleksi dan Revisi

1. Apa bagian video yang paling kuat dan yang masih perlu diperbaiki?
Jawaban/catatan:
.....
2. Tuliskan revisi final beserta alasannya.
Jawaban/catatan:
.....

G. Publikasi

Cantumkan media, sasaran audiens, tautan/QR publikasi, serta pemeriksaan sumber, hak cipta, dan etika.

Jawaban/catatan:
.....

H. Dokumentasi Kontribusi Anggota

Nama anggota	Tugas/kontribusi	Bukti kontribusi	Paraf

Lampiran 8. Instrumen dan Rubrik Conceptual Understanding (Pretest–Posttest)

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 :

A. Tujuan

Tujuan dari pretest ini adalah untuk:

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

B. 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.

C. Identitas Mahasiswa :

Nama :

Email :

Afiliasi/ Universitas :

D. 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 refleks 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 peternakan ikan yang sering mengalami kematian akibat gangguan saraf karena limbah. Rancanglah strategi berbasis fisiologi hewan!
10. Anda diminta membuat proyek digital untuk menjelaskan refleks sederhana pada katak. Buatlah rancangan ide produk (bentuk, isi, tujuan) yang bisa diaplikasikan di kelas Biologi SMA!

E. Kisi-kisi Instrumen

N o	CP Prod i	CPMK/Sub -CPMK	Indikator CU	Leve l	Soal	Pokok Jawaban	Sko r
1	P1, KU1 , KU2 , KK1 , S9	CPMK-1 Sub-CPMK 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!	• Fungsi mielin • Nodus Ranvier • Konduksi saltatori • Akson bermielin lebih cepat • Dikaitkan dengan belut listrik	0–4

2	P1, KU1 , KU2 , KK1 , S9	CPMK-1 Sub-CPMK 1.2	Menganalisis mekanisme potensial aksi akibat hambatan ion 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!	• Na⁺ berperan pada depolarisasi • Potensial aksi gagal terbentuk • Impuls terganggu	0–4
3	P1, KU1 , KU2 , KK1 , S9	CPMK-1 Sub-CPMK 1.3	Mengevaluasi perbedaan sistem saraf vertebrata dan invertebrata.	C5	Bandingkan efektivitas sistem saraf invertebrata dengan vertebrata dalam merespons predator.	• Vertebrata lebih kompleks • Invertebrata lebih sederhana • Kelebihan dan keterbatasan masing-masing	0–4
4	P1, KU1 , KU2 , KK1 , S9	CPMK-1 Sub-CPMK 1.3	Mengevaluasi dampak pestisida terhadap sistem saraf lebah.	C5	Seekor lebah terpapar pestisida dan kehilangan kemampuan orientasi saat terbang. Evaluasilah dampaknya.	• Neurotoksik • Gangguan neurotransmiter • Dampak populasi	0–4
5	P1, KU1 , KU2 , KK1 , S9	CPMK-1 Sub-CPMK 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.	• Jalur refleks benar • Urutan neuron benar • Konsep fisiologi benar	0–4
6	P1, KU1 ,	CPMK-1 Sub-CPMK 1.2	Menganalisis gangguan sistem	C4	Seekor ikan di perairan tercemar merkuri	• Merkuri neurotoksik • Merusak	0–4

	KU2 , KK1 , S9		saraf akibat merkuri.		menunjukkan gangguan koordinasi gerakan. Analisislah mekanisme gangguan sistem saraf yang terjadi!	neuron • Gangguan koordinasi	
7	P1, KU1 , KU2 , KK1 , S9	CPMK-1 Sub-CPMK 1.2	Menganalisis dampak penghambatan asetilkolinesterase.	C4	Seekor anjing laboratorium diberikan obat yang menghambat enzim asetilkolinesterase. Analisis dampaknya terhadap transmisi impuls saraf!	• ACh menumpuk • Rangsang terus-menerus • Transmisi terganggu	0–4
8	P1, KU1 , KU2 , KK1 , S9	CPMK-1 Sub-CPMK 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!	• Gangguan orientasi • Penyerbukan menurun • Ekosistem terganggu	0–4
9	P1, KU1 , KU2 , KK1 , S9	CPMK-1 Sub-CPMK 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.	• Konsep fisiologi benar • Mitigasi ilmiah • Kualitas lingkungan	0–4
10	P1, KU1 , KU2 ,	CPMK-1 Sub-CPMK 1.2	Merancang representasi konsep refleks dalam proyek digital.	C6	Anda diminta membuat proyek digital untuk menjelaskan	• Konsep refleks benar • Jalur refleks tepat	0–4

	KK1 , S9				refleks sederhana pada katak.	• Tujuan edukatif	
--	-------------	--	--	--	----------------------------------	----------------------	--

F. 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.

Lampiran 9. Instrumen dan Rubrik Penilaian LKM

INSTRUMEN DAN RUBRIK PENILAIAN LKM

Rubrik Pendamping LKM Model D-PjBL pada Perkuliahan Fisiologi Hewan

A. Identitas Penilaian

Komponen	Isian
Mata kuliah	Fisiologi Hewan
Materi/proyek	☐ Sistem Saraf—Poster Digital ☐ Sistem Endokrin—Video Edukasi
Nama kelompok/mahasiswa	
Kelas	
Dosen/penilai	
Tanggal penilaian	

B. Petunjuk Penilaian

1. Cocokkan bukti yang terdapat dalam LKM, dokumen proses, presentasi, dan hasil publikasi dengan setiap indikator.
2. Berikan satu skor 1–4 pada setiap indikator berdasarkan deskriptor yang paling sesuai.
3. Gunakan bukti yang benar-benar tersedia; jangan menilai hanya dari kelengkapan tulisan jika bukti proses atau produk menunjukkan capaian yang berbeda.
4. Tuliskan catatan singkat pada indikator yang memerlukan perbaikan.
5. Jumlahkan skor 15 indikator. Skor maksimal adalah $15 \times 4 = 60$.

RUMUS NILAI AKHIR

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

C. Pemetaan Indikator Penilaian

No	Indikator	Bukti pada LKM	CU	PSS
1	Memahami konteks proyek	Fakta, dugaan awal, dan informasi yang perlu dicari.	CU: C2, C4	PSS: memahami masalah

2	Merumuskan masalah	Rumusan masalah proyek.	CU: C4	PSS: memahami masalah
3	Menetapkan tujuan proyek	Tujuan proyek dan alasan pentingnya fokus.	CU: C4	PSS: memahami masalah
4	Menentukan gagasan produk	Audiens, pesan utama, bentuk, dan gaya penyajian.	CU: C4	PSS: menyusun rencana
5	Merancang alur isi	Peta konsep, layout poster, atau storyboard video.	CU: C6	PSS: menyusun rencana
6	Mengorganisasi kerja kelompok	Pembagian peran, target waktu, dan bukti kontribusi.	CU: C4	PSS: menyusun rencana
7	Mengembangkan prototipe	Prototipe/draft yang merepresentasikan konsep dan fokus masalah.	CU: C6	PSS: melaksanakan rencana
8	Menggunakan sumber ilmiah	Sumber awal, sitasi, referensi, dan kredit media.	CU: C4, C5	PSS: melaksanakan rencana
9	Menyajikan produk	Presentasi dan ringkasan penjelasan produk.	CU: C4	PSS: melaksanakan rencana
10	Mempertahankan argumentasi	Jawaban terhadap pertanyaan berdasarkan konsep dan bukti.	CU: C5	PSS: melaksanakan rencana
11	Mengevaluasi pemahaman konsep	Refleksi tentang konsep yang berubah atau menguat.	CU: C5	PSS: memeriksa kembali
12	Mengidentifikasi hambatan	Log masalah dan uraian kesulitan selama proyek.	CU: C4	PSS: memeriksa kembali
13	Menetapkan solusi dan revisi	Keputusan penyelesaian masalah serta matriks umpan balik–revisi.	CU: C5, C6	PSS: memeriksa kembali
14	Mempublikasikan produk	Produk final, kanal, audiens, dan tautan publikasi.	CU: C6	PSS: memeriksa kembali

15	Menelaah respons audiens	Tanggapan audiens dan maknanya bagi kebermanfaatan/perbaikan produk.	CU: C5	PSS: memeriksa kembali
----	--------------------------	--	--------	------------------------

D. Rubrik Analitik Penilaian LKM

N o	Indikator	4 (Sangat Baik)	3 (Baik)	2 (Cukup)	1 (Kurang)
1	Pemahaman konteks	Fakta, hubungan konsep, dan kebutuhan informasi diidentifikasi lengkap, tepat, dan relevan.	Sebagian besar tepat dan relevan, tetapi satu unsur belum lengkap.	Identifikasi masih umum/parsial dan terdapat kekeliruan konsep.	Tidak menunjukkan pemahaman konteks atau tidak ada bukti.
2	Rumusan masalah	Jelas, spesifik, dapat diselidiki, selaras dengan topik besar dan produk.	Jelas dan relevan, tetapi fokus atau keterukurannya belum optimal.	Masih terlalu luas/kabur atau kurang selaras dengan produk.	Tidak relevan atau tidak dirumuskan.
3	Tujuan proyek	Spesifik, selaras dengan masalah, produk, dan kebutuhan audiens.	Selaras dengan masalah, tetapi belum lengkap atau spesifik.	Hubungan tujuan dengan masalah/produk masih lemah.	Tidak selaras atau tidak dituliskan.
4	Gagasan produk	Audiens, pesan, format, dan pendekatan penyajian dipilih logis serta menjawab masalah.	Gagasan relevan; satu komponen keputusan belum kuat.	Gagasan masih umum dan hubungan dengan masalah kurang jelas.	Gagasan tidak sesuai atau tidak tersedia.

5	Alur isi	Peta konsep/layout/storyboard sistematis, akurat, lengkap, dan mudah diikuti.	Sistematis dan sesuai konsep, tetapi masih ada bagian kurang rinci.	Alur kurang runtut atau memuat bagian yang berpotensi menimbulkan miskonsepsi.	Tidak tersedia atau tidak dapat digunakan sebagai rancangan.
6	Organisasi kelompok	Peran proporsional, target waktu jelas, dan kontribusi seluruh anggota terdokumentasi .	Peran dan waktu cukup jelas; dokumentasi kontribusi belum lengkap.	Pembagian peran/timeline kurang jelas atau tidak proporsional.	Tidak ada pembagian peran dan bukti kontribusi.
7	Prototipe produk	Prototipe utuh, akurat, merepresentasikan solusi dan konsep utama, serta layak dikembangkan.	Prototipe sesuai fokus dengan kekurangan minor.	Prototipe parsial atau belum merepresentasikan mekanisme secara tepat.	Tidak tersedia atau tidak relevan.
8	Sumber ilmiah	Minimal tiga sumber kredibel, relevan, mutakhir/layak, digunakan untuk mendukung klaim, dan ditulis konsisten.	Sumber memenuhi jumlah dan relevan, tetapi penggunaan/sitasi belum konsisten.	Sumber terbatas, kurang kredibel, atau tidak terhubung dengan klaim.	Tidak mencantumkan sumber.

9	Penyajian produk	Penyajian runtut, komunikatif, tepat konsep, sesuai waktu, dan menonjolkan jawaban atas masalah.	Runtut dan cukup tepat; terdapat kekurangan kecil pada komunikasi atau kedalaman.	Kurang runtut, kurang fokus, atau terdapat beberapa ketidaktepatan.	Tidak melakukan penyajian atau isi tidak dapat dinilai.
10	Argumentasi	Menjawab pertanyaan secara logis, tepat, dan konsisten dengan bukti ilmiah.	Jawaban tepat dan logis, tetapi bukti/penjelasan belum kuat.	Jawaban sebagian tepat, umum, atau kurang didukung bukti.	Tidak mampu menjawab atau jawaban tidak relevan.
11	Refleksi konsep	Menjelaskan perubahan/penguatan pemahaman secara spesifik dengan contoh konsep yang tepat.	Menjelaskan pemahaman baru dengan cukup tepat, tetapi belum mendalam.	Refleksi masih umum atau hanya menyebut aktivitas.	Tidak ada refleksi konsep yang bermakna.
12	Identifikasi hambatan	Hambatan konseptual, teknis, dan/atau kolaboratif diidentifikasi spesifik beserta penyebabnya.	Hambatan diidentifikasi jelas, tetapi penyebab belum lengkap.	Hambatan disebutkan secara umum tanpa analisis.	Tidak mengidentifikasi hambatan.
13	Solusi dan revisi	Solusi logis, berbasis bukti/umpan balik, dilaksanakan, dan	Solusi relevan dan revisi dilakukan, tetapi alasan/buktinya belum kuat.	Solusi kurang tepat atau revisi hanya sebagian.	Tidak ada solusi atau revisi.

		menghasilkan revisi yang jelas.			
14	Publikasi produk	Produk final layak, lengkap, etis, mudah diakses, dan dipublikasikan pada kanal yang sesuai audiens.	Produk dipublikasikan dengan kekurangan minor pada kelengkapan/aksesibilitas.	Publikasi dilakukan, tetapi kanal, kelengkapan, atau etika media kurang sesuai.	Produk tidak dipublikasikan dan tidak ada bukti tautan.
15	Respons audiens	Respons terdokumentasi dan dianalisis untuk menilai manfaat atau menentukan perbaikan.	Respons terdokumentasi dan ditanggapi, tetapi analisis belum mendalam.	Respons hanya dicantumkan tanpa penelaahan.	Tidak ada dokumentasi respons atau tindak lanjut.

LEMBAR PENSKORAN DAN REKAPITULASI

A. Identitas

Nama :

Kelompok :

Anggota/NIM : 1. 2. 3. dst.

Kelas :

Materi/Proyek : ☐ Sistem Saraf–Poster ☐ Sistem Endokrin–Video

Judul Produk :

Dosen/Penilai :

Tanggal :

No	Indikator	Skor (1–4)	Catatan penilai
1	Memahami konteks proyek		
2	Merumuskan masalah		
3	Menetapkan tujuan proyek		
4	Menentukan gagasan produk		
5	Merancang alur isi		
6	Mengorganisasi kerja kelompok		
7	Mengembangkan prototipe		
8	Menggunakan sumber ilmiah		
9	Menyajikan produk		
10	Mempertahankan argumentasi		
11	Mengevaluasi pemahaman konsep		
12	Mengidentifikasi hambatan		
13	Menetapkan solusi dan revisi		
14	Mempublikasikan produk		
15	Menelaah respons audiens		
	JUMLAH SKOR		
	NILAI AKHIR = $(\text{Skor Perolehan} \div 60) \times 100$		

Rentang nilai	Kategori	Interpretasi
85–100	Sangat Baik	Bukti proses dan hasil proyek menunjukkan capaian sangat optimal.

70–84	Baik	Bukti proses dan hasil proyek menunjukkan capaian yang baik.
55–69	Cukup	Sebagian capaian telah tampak, tetapi masih memerlukan penguatan.
<55	Kurang	Bukti capaian masih terbatas dan memerlukan tindak lanjut.

Catatan Penilai

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Lampiran 10. Instrumen Penilaian Problem Solving Skill (PSS) melalui Produk Proyek Digital Model D-PjBL

INSTRUMEN PENILAIAN PROBLEM SOLVING SKILL (PSS) MELALUI PRODUK PROYEK DIGITAL MODEL D-PJBL

Instrumen ini digunakan untuk menilai Keterampilan Pemecahan Masalah (*Problem Solving Skill*/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