

**MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : IPA (BIOLOGI)
BAB 3: EVOLUSI**

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah :
Nama Penyusun :
Mata Pelajaran : **IPA (Biologi)**
Kelas / Fase /Semester : **XII/ F / Genap**
Alokasi Waktu : **8 Jam Pelajaran (4 Pertemuan @ 2 JP)**
Tahun Pelajaran : **20.. / 20..**

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

Peserta didik diharapkan telah memiliki pengetahuan dasar mengenai:

- **Pengetahuan:** Struktur dan fungsi DNA/RNA, pewarisan sifat (genetika Mendel), klasifikasi makhluk hidup, keanekaragaman hayati, dan ekosistem.
- **Keterampilan:** Mengamati, mengidentifikasi, mengolah informasi, dan menyampaikan gagasan secara lisan maupun tulisan.
- **Pemahaman:** Bahwa makhluk hidup memiliki karakteristik yang diwariskan dan berinteraksi dengan lingkungannya. Mereka juga diharapkan memiliki pemahaman awal tentang adaptasi.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

Materi pelajaran Evolusi melibatkan:

- **Jenis Pengetahuan:** Konseptual (teori evolusi, mekanisme evolusi), faktual (bukti-bukti evolusi, tokoh-tokoh evolusi), dan prosedural (analisis data, interpretasi bukti).
- **Relevansi dengan Kehidupan Nyata:** Evolusi memiliki relevansi tinggi dalam memahami keanekaragaman hayati, resistensi antibiotik pada bakteri, perkembangan virus, pertanian (pemuliaan tanaman dan hewan), hingga studi mengenai asal-usul manusia. Materi ini membantu peserta didik memahami bahwa perubahan adalah bagian alami dari kehidupan.
- **Tingkat Kesulitan:** Cukup kompleks karena melibatkan pemahaman konsep abstrak dan memerlukan pemikiran kritis untuk menghubungkan berbagai bukti. Namun, dengan pendekatan yang tepat, materi ini dapat menjadi sangat menarik.
- **Struktur Materi:** Dimulai dari konsep dasar evolusi, teori-teori evolusi, mekanisme evolusi (seleksi alam, mutasi, migrasi, hanyutan genetik, rekombinasi gen), spesiasi, bukti-bukti evolusi, dan perkembangan teori evolusi modern.
- **Integrasi Nilai dan Karakter:** Menumbuhkan rasa ingin tahu, berpikir kritis, objektif dalam menganalisis data, menghargai keanekaragaman, bertanggung jawab terhadap lingkungan, serta mengembangkan sikap toleransi dan empati.

D. DIMENSI PROFIL LULUSAN PEMBELAJARAN

Berdasarkan tujuan pembelajaran, dimensi profil lulusan yang akan dicapai adalah:

- **Penalaran Kritis:** Peserta didik mampu menganalisis bukti-bukti evolusi, mengevaluasi argumen, dan menarik kesimpulan berdasarkan data yang tersedia.
- **Kreativitas:** Peserta didik mampu merancang proyek investigasi sederhana terkait evolusi, menginterpretasikan data dengan cara inovatif, dan menyajikan hasil temuannya secara menarik.
- **Kolaborasi:** Peserta didik mampu bekerja sama dalam kelompok untuk mengumpulkan data, menganalisis informasi, dan menyelesaikan proyek bersama.
- **Kemandirian:** Peserta didik mampu mencari informasi secara mandiri, mengembangkan ide, dan bertanggung jawab terhadap tugas yang diberikan.
- **Komunikasi:** Peserta didik mampu menyampaikan ide, argumen, dan hasil temuan secara jelas dan efektif, baik secara lisan maupun tulisan.

DESAIN PEMBELAJARAN

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP) NOMOR : 32 TAHUN 2024

Pada akhir fase F (Kelas XII), peserta didik mampu:

- Menganalisis berbagai teori evolusi dan mekanisme yang mendasarinya.
- Menghubungkan konsep evolusi dengan keanekaragaman makhluk hidup dan adaptasi.
- Menyajikan data dan informasi tentang bukti-bukti evolusi dalam berbagai bentuk (misalnya, infografis, poster, presentasi).
- Menganalisis dampak evolusi terhadap kehidupan modern dan lingkungan.

B. LINTAS DISIPLIN ILMU YANG RELEVAN

- **Matematika:** Analisis statistik data genetik, perhitungan probabilitas.
- **Fisika:** Prinsip-prinsip fisika dalam adaptasi struktural organisme.
- **Geografi/Geologi:** Memahami skala waktu geologi dan persebaran geografis organisme.
- **Kimia:** Memahami struktur molekuler DNA/RNA dan proses mutasi.
- **Sejarah:** Perkembangan pemikiran ilmiah mengenai evolusi, tokoh-tokoh penting dalam teori evolusi.
- **Sosiologi/Antropologi:** Evolusi manusia dan dampaknya pada perkembangan sosial budaya.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Konsep Dasar Evolusi dan Teori Evolusi (2 JP)

- Peserta didik mampu menjelaskan pengertian evolusi dan konsep dasar yang meliputinya (variasi, pewarisan, seleksi).
- Peserta didik mampu mengidentifikasi dan membandingkan teori evolusi pra-Darwin (misalnya Lamarck) dengan teori Darwin-Wallace (seleksi alam) setelah melakukan diskusi kelompok.
- Peserta didik mampu menganalisis pentingnya variasi dalam populasi sebagai dasar terjadinya evolusi dengan memberikan contoh nyata.

Pertemuan 2: Mekanisme Evolusi (2 JP)

- Peserta didik mampu mengidentifikasi berbagai mekanisme evolusi selain seleksi alam (mutasi, migrasi, hanyutan genetik, rekombinasi gen) melalui studi kasus.
- Peserta didik mampu menjelaskan bagaimana mekanisme-mekanisme tersebut berkontribusi pada perubahan frekuensi alel dalam populasi dengan contoh simulasi sederhana.
- Peserta didik mampu memprediksi arah perubahan genetik dalam suatu populasi jika terjadi perubahan lingkungan atau tekanan seleksi tertentu.

Pertemuan 3: Bukti-bukti Evolusi dan Spesiasi (2 JP)

- Peserta didik mampu menganalisis berbagai bukti evolusi (fosil, anatomi perbandingan, embriologi perbandingan, biokimia, biogeografi) melalui eksplorasi berbagai sumber.
- Peserta didik mampu menjelaskan konsep spesiasi dan berbagai mekanisme yang

mendasarinya (isolasi geografis, isolasi reproduksi) dengan memberikan contoh.

- Peserta didik mampu menghubungkan bukti-bukti evolusi dengan konsep spesiasi untuk memahami pembentukan spesies baru.

Pertemuan 4: Dampak Evolusi dan Isu Terkini (2 JP)

- Peserta didik mampu mengidentifikasi dampak evolusi dalam kehidupan modern (misalnya, resistensi antibiotik, perkembangan virus, pemuliaan).
- Peserta didik mampu merancang proyek sederhana untuk menginvestigasi salah satu isu terkini terkait evolusi yang relevan dengan lingkungan sekitar.
- Peserta didik mampu menyajikan hasil proyek mereka dan merefleksikan pentingnya memahami evolusi dalam menjaga keberlanjutan hidup di Bumi.

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

- **Kasus Resistensi Antibiotik:** Bagaimana evolusi menyebabkan bakteri menjadi resisten terhadap antibiotik.
- **Evolusi Virus Influenza:** Mengapa kita perlu vaksin flu setiap tahun?
- **Spesiasi pada Burung Finch di Galapagos:** Studi kasus klasik Darwin.
- **Variasi Ras Manusia:** Bagaimana faktor geografis dan lingkungan membentuk variasi pada populasi manusia.
- **Budidaya Tanaman/Hewan Unggul:** Peran seleksi buatan dalam menciptakan varietas baru.
- **Perubahan Iklim dan Adaptasi Organisme:** Bagaimana organisme beradaptasi atau punah akibat perubahan iklim.

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

PRAKTIK PEDAGOGIK:

- **Metode Pembelajaran:** Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning) dan Diskusi Kelompok.
- **Eksplorasi Lapangan:** Jika memungkinkan, kunjungan ke museum geologi/paleontologi, kebun binatang, atau pusat penelitian biologi (misalnya untuk mengamati variasi). Alternatifnya, eksplorasi virtual melalui video dokumenter atau virtual tour.
- **Wawancara:** Mengundang narasumber (misalnya, ahli biologi, dokter hewan, petani/peternak) untuk berbagi perspektif tentang evolusi dalam bidang mereka.
- **Presentasi:** Peserta didik mempresentasikan hasil proyek investigasi atau diskusi kelompok mereka.

MITRA PEMBELAJARAN:

- **Lingkungan Sekolah:** Guru mata pelajaran lain (Matematika, Kimia, Sejarah, Geografi), Pustakawan, Laboran.
- **Lingkungan Luar Sekolah:** Museum, Kebun Binatang, Pusat Penelitian, Institusi Pertanian/Peternakan, Ahli Biologi, Dokter Hewan, Petani/Peternak.
- **Masyarakat:** Melibatkan orang tua atau anggota komunitas yang memiliki pengalaman relevan (misalnya, peternak ayam yang mengamati variasi genetik).

LINGKUNGAN BELAJAR:

- **Ruang Fisik:** Kelas yang fleksibel untuk diskusi kelompok dan presentasi, laboratorium untuk demonstrasi sederhana atau analisis data, perpustakaan untuk riset.
- **Ruang Virtual:** Platform pembelajaran daring (Google Classroom), forum diskusi daring, sumber belajar digital (e-book, jurnal ilmiah, video edukasi), simulasi interaktif.
- **Budaya Belajar:**
- **Kolaboratif:** Mendorong kerja sama tim, saling berbagi ide dan pengetahuan.
- **Berpartisipasi Aktif:** Mendorong semua peserta didik untuk terlibat dalam diskusi, bertanya, dan berkontribusi.
- **Rasa Ingin Tahu:** Memupuk semangat eksplorasi dan penyelidikan terhadap fenomena alam.

PEMANFAATAN DIGITAL:

- **Perpustakaan Digital:** Mengakses jurnal ilmiah, e-book, dan artikel relevan tentang evolusi.
- **Forum Diskusi Daring:** Diskusi asinkron tentang konsep evolusi yang kompleks, berbagi tautan artikel/video.
- **Penilaian Daring:** Kuis interaktif (Kahoot, Quizizz), pengumpulan tugas melalui Google Classroom.
- **Kahoot/Mentimeter:** Digunakan untuk asesmen awal, kuis formatif, atau pemanasan sebelum materi baru.
- **Google Classroom:** Sebagai pusat pengumuman, pengumpulan tugas, dan sumber belajar.
- **Simulasi Evolusi Daring:** Penggunaan aplikasi atau website simulasi untuk memahami mekanisme evolusi (misalnya, simulasi seleksi alam).

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

KEGIATAN PENDAHULUAN (10-15 MENIT)

Prinsip Pembelajaran Berkesadaran (Mindful Learning):

- Guru memulai dengan "Check-in" singkat: meminta peserta didik untuk menarik napas dalam-dalam, mengamati perasaan mereka saat ini, dan fokus pada momen pembelajaran.
- **Pertanyaan Pemantik:** "Apa yang membuat kita, manusia, berbeda dengan makhluk hidup lain? Apakah ada sesuatu yang membuat kita semua unik?" atau "Pernahkah kalian bertanya-tanya mengapa ada begitu banyak jenis burung, serangga, atau tanaman di dunia ini?" (Memancing rasa ingin tahu dan kesadaran akan keanekaragaman).

Prinsip Pembelajaran Bermakna (Meaningful Learning):

- Guru mengaitkan materi evolusi dengan kehidupan sehari-hari atau fenomena yang relevan (misalnya, mengapa ada orang yang tahan laktosa dan ada yang tidak, atau mengapa beberapa orang lebih rentan terhadap penyakit tertentu).
- Menyampaikan tujuan pembelajaran dan manfaatnya bagi peserta didik secara jelas.
- **Prinsip Pembelajaran Menggembirakan (Joyful Learning):**
- Menampilkan video singkat yang menarik atau gambar/infografis tentang keanekaragaman hayati yang menakjubkan.

- Melakukan kuis interaktif singkat menggunakan Kahoot atau Mentimeter untuk memicu diskusi awal atau menguji pengetahuan prasyarat dengan suasana yang menyenangkan.

KEGIATAN INTI (60-70 MENIT)

Prinsip Pembelajaran Memahami:

Diferensiasi Konten:

- **Tingkat Awal:** Guru menyediakan materi dalam bentuk infografis, video singkat, atau rangkuman konsep dasar.
- **Tingkat Menengah:** Guru menyediakan teks bacaan, artikel ilmiah populer, dan slide presentasi yang lebih detail.
- **Tingkat Lanjut:** Guru menyediakan jurnal ilmiah, data mentah, atau kasus-kasus kompleks untuk dianalisis.
- **Diskusi Kelompok (Kolaboratif & Berpartisipasi Aktif):** Peserta didik dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil (heterogen atau homogen sesuai kebutuhan). Setiap kelompok diberi tugas untuk mengeksplorasi satu aspek evolusi (misalnya, satu teori evolusi, satu mekanisme, atau satu bukti evolusi) menggunakan sumber yang berbeda.
- **Jigsaw Learning:** Setiap anggota kelompok menjadi "ahli" pada satu bagian materi, kemudian kembali ke kelompok asal untuk berbagi pemahaman.
- **Think-Pair-Share:** Peserta didik berpikir secara individu, berpasangan, lalu berbagi dengan kelompok besar.

Prinsip Pembelajaran Mengaplikasi:

- **Pembelajaran Berbasis Proyek (Kreativitas & Kemandirian):** Peserta didik dalam kelompok merancang dan melaksanakan proyek investigasi sederhana. Contoh proyek:
 - Membuat poster digital/infografis tentang "Bukti-bukti Evolusi di Sekitar Kita".
 - Merancang simulasi sederhana (misalnya, menggunakan dadu atau kartu) untuk menunjukkan mekanisme hanyutan genetik.
 - Membuat video dokumenter singkat tentang adaptasi unik suatu organisme di lingkungan lokal.
 - Melakukan wawancara dengan ahli lokal (misalnya, petani yang menerapkan seleksi buatan) untuk memahami konsep evolusi praktis.
- **Studi Kasus:** Menganalisis kasus nyata (misalnya, adaptasi ngengat Biston betularia, evolusi kuda) dan mengaplikasikan konsep evolusi.
- **Penyelesaian Masalah:** Memberikan skenario permasalahan yang memerlukan pemahaman evolusi untuk solusinya (misalnya, bagaimana mencegah resistensi antibiotik).

Prinsip Pembelajaran Merefleksi (Berkesadaran & Bermakna):

- **Jurnal Reflektif:** Setiap peserta didik menuliskan pemahaman baru yang mereka dapatkan, pertanyaan yang masih muncul, atau bagaimana materi evolusi mengubah cara pandang mereka terhadap kehidupan.
- **Diskusi Reflektif:** Guru memfasilitasi diskusi kelas tentang tantangan yang dihadapi selama proyek, hal-hal yang paling menarik, atau bagaimana mereka dapat mengaplikasikan pengetahuan ini dalam kehidupan sehari-hari.

- **Peer Feedback:** Peserta didik saling memberikan umpan balik konstruktif terhadap proyek atau presentasi teman.

KEGIATAN PENUTUP (15-20 MENIT)

Memberikan Umpan Balik Konstruktif:

- Guru memberikan apresiasi atas partisipasi dan usaha peserta didik.
- Guru memberikan umpan balik umum mengenai kemajuan belajar kelas dan area yang perlu ditingkatkan.
- Peserta didik juga diminta memberikan umpan balik singkat mengenai pengalaman belajar mereka (misalnya, menggunakan Mentimeter: "Satu kata yang menggambarkan pembelajaran hari ini").

Menyimpulkan Pembelajaran:

- Guru bersama peserta didik merangkum poin-poin penting yang telah dipelajari.
- Guru dapat memberikan "big idea" atau pesan kunci dari bab evolusi.
- **Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya (Kemandirian & Berpartisipasi Aktif):**
- Guru mengajak peserta didik untuk merencanakan langkah selanjutnya. Misalnya, "Topik apa lagi tentang evolusi yang ingin kalian eksplorasi lebih dalam?", "Bagaimana kita bisa terus menggali dan berbagi pengetahuan tentang evolusi di luar kelas?".
- Memberikan tugas rumah yang relevan atau proyek lanjutan yang bersifat pilihan (misalnya, membaca artikel tambahan, menonton dokumenter, atau mencari contoh evolusi lain di sekitar mereka).

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

1. ASESMEN AWAL PEMBELAJARAN (DIAGNOSTIK):

- **Observasi:** Mengamati partisipasi dan pertanyaan peserta didik selama kegiatan pendahuluan untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman awal.
- **Wawancara:** Melakukan wawancara singkat secara individual atau kelompok kecil untuk menggali pemahaman awal tentang evolusi.
- **Kuesioner:** Memberikan kuesioner singkat berisi pertanyaan terbuka atau pilihan ganda untuk mengidentifikasi pengetahuan prasyarat dan miskonsepsi.
- **Tes Diagnostik (via Kahoot/Mentimeter):** Kuis singkat dengan beberapa pertanyaan dasar tentang konsep evolusi atau genetika untuk memetakan pemahaman kelas secara cepat.

Contoh Soal Asesmen Awal:

1. Menurut kalian, mengapa ada begitu banyak jenis hewan dan tumbuhan di bumi ini? (Open-ended, mengukur pemahaman awal tentang keanekaragaman)
2. Apa yang kalian pahami tentang "perubahan" pada makhluk hidup dari generasi ke generasi? (Mengukur konsep dasar evolusi)
3. Pernahkah kalian mendengar istilah "adaptasi"? Bisakah kalian berikan contohnya? (Mengukur pengetahuan prasyarat tentang adaptasi)
4. Manakah di antara pernyataan berikut yang PALING benar terkait pewarisan sifat? (Pilihan ganda, mengukur pemahaman genetika) a. Sifat hanya diwariskan dari ayah. b. Sifat hanya diwariskan dari ibu. c. Sifat diwariskan melalui materi genetik dari

kedua orang tua. d. Sifat tidak diwariskan, tapi didapat dari lingkungan.

5. Jika seekor jerapah memiliki leher panjang, menurut kalian bagaimana nenek moyang jerapah itu bisa memiliki leher panjang? (Mengukur pemahaman awal tentang mekanisme perubahan sifat)

2. ASESMEN PROSES PEMBELAJARAN (FORMATIF):

- **Tugas Harian:** Pengumpulan catatan, rangkuman, atau mind map setelah setiap pertemuan.
- **Diskusi Kelompok:** Penilaian observasi terhadap partisipasi aktif, kemampuan berargumentasi, dan kontribusi dalam kelompok.
- **Presentasi (Mini-Presentation):** Penilaian terhadap kejelasan penyampaian, kedalaman materi, dan kemampuan menjawab pertanyaan selama presentasi hasil diskusi kelompok.
- **Observasi Perilaku:** Mengamati kemandirian dalam mencari informasi, kolaborasi dalam tim, dan antusiasme selama pembelajaran.

Contoh Soal Asesmen Proses (Untuk diskusi/observasi/tugas harian):

1. **Diskusi Kelompok:** Bandingkan teori evolusi Lamarck dan Darwin. Jelaskan perbedaan inti dari kedua teori tersebut dan berikan contoh organisme yang mendukung atau menyanggah masing-masing teori.
2. **Tugas Harian:** Buatlah diagram alir yang menjelaskan bagaimana mekanisme seleksi alam dapat menyebabkan perubahan frekuensi alel dalam suatu populasi. Berikan contoh nyata.
3. **Presentasi:** Kelompok Anda diminta untuk menjelaskan salah satu bukti evolusi (misalnya, fosil atau anatomi perbandingan). Jelaskan bagaimana bukti tersebut mendukung teori evolusi.
4. **Observasi:** Saat melakukan simulasi hanyutan genetik, apakah semua anggota kelompok Anda berpartisipasi aktif? Apa tantangan yang kalian hadapi dan bagaimana kalian mengatasinya?
5. **Refleksi Singkat:** Apa yang paling menantang bagi Anda dalam memahami konsep mekanisme evolusi? Bagaimana Anda akan mencoba memahaminya lebih baik di pertemuan berikutnya?

3. ASESMEN AKHIR PEMBELAJARAN (SUMATIF):

- **Jurnal Reflektif:** Penilaian terhadap kedalaman refleksi, kemampuan menghubungkan konsep, dan perkembangan pemahaman peserta didik selama bab evolusi.
- **Tes Tertulis:** Soal-soal pilihan ganda, isian singkat, dan esai untuk mengukur pemahaman konsep, analisis, dan sintesis.
- **Tugas Akhir/Proyek:** Penilaian holistik terhadap proyek investigasi (misalnya, infografis, video, laporan penelitian sederhana) yang mencakup perencanaan, pelaksanaan, dan presentasi. Rubrik penilaian proyek akan mencakup aspek penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi.

Contoh Soal Asesmen Akhir:

1. **Esai:** Jelaskan bagaimana konsep seleksi alam, mutasi, dan migrasi berperan dalam

pembentukan spesies baru. Berikan contoh konkret untuk setiap mekanisme. (Mengukur penalaran kritis dan kemampuan menjelaskan konsep kompleks)

2. **Analisis Kasus:** Di sebuah pulau terpencil, terdapat populasi kupu-kupu dengan dua variasi warna sayap: cerah dan gelap. Predator utama mereka adalah burung. Ketika terjadi perubahan iklim yang menyebabkan pepohonan di pulau tersebut menjadi lebih gelap akibat jelaga industri, pengamatan menunjukkan bahwa populasi kupu-kupu sayap gelap meningkat secara signifikan dari generasi ke generasi. Analisislah fenomena ini menggunakan prinsip-prinsip evolusi yang telah Anda pelajari. (Mengukur aplikasi dan penalaran kritis)
3. **Proyek:** Buatlah sebuah infografis digital yang menjelaskan minimal tiga bukti evolusi yang paling meyakinkan bagi Anda. Sertakan gambar, deskripsi singkat, dan bagaimana bukti tersebut mendukung teori evolusi. (Mengukur kreativitas, komunikasi, dan pemahaman konsep)
4. **Pilihan Ganda/Isian Singkat:** Manakah pernyataan berikut yang PALING tepat menggambarkan perbedaan antara evolusi makro dan evolusi mikro? a. Evolusi makro terjadi pada skala populasi, sedangkan evolusi mikro pada skala spesies. b. Evolusi makro mengacu pada perubahan besar di atas tingkat spesies, sedangkan evolusi mikro adalah perubahan kecil dalam frekuensi alel populasi. c. Evolusi makro hanya terjadi pada organisme purba, sedangkan evolusi mikro terjadi pada organisme modern. d. Evolusi makro disebabkan oleh mutasi, sedangkan evolusi mikro disebabkan oleh seleksi alam.
5. **Refleksi Diri (Jurnal Reflektif):** Setelah mempelajari Bab Evolusi, bagaimana pemahaman Anda tentang keanekaragaman hayati berubah? Apakah ada hal yang membuat Anda terkejut atau mengubah pandangan Anda tentang dunia? Bagaimana Anda akan menerapkan pengetahuan ini dalam kehidupan sehari-hari atau di masa depan?