

MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : IPA (BIOLOGI)
BAB: 2 GENETIK DAN PEWARISAN SIFAT

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah :
Nama Penyusun :
Mata Pelajaran : **IPA (Biologi)**
Kelas / Fase /Semester : **XII/ F / Ganjil**
Alokasi Waktu : **8 JP (4 Pertemuan @ 2 JP)**
Tahun Pelajaran : **2025 / 2026**

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

Peserta didik di kelas XII Biologi umumnya telah memiliki pengetahuan dasar tentang sel, struktur DNA dan RNA, serta konsep dasar pembelahan sel (mitosis dan meiosis) dari pembelajaran di kelas sebelumnya. Mereka juga diharapkan sudah memahami pentingnya informasi genetik dalam tubuh makhluk hidup. Keterampilan yang mungkin sudah dimiliki meliputi kemampuan mengidentifikasi bagian-bagian sel, membuat diagram sederhana, dan mencari informasi dari berbagai sumber. Pemahaman awal tentang ciri-ciri yang diwariskan dari orang tua ke anak juga menjadi dasar yang baik untuk memulai pembelajaran ini.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

Materi "Genetik dan Pewarisan Sifat" merupakan jenis pengetahuan konseptual dan prosedural. Konsep-konsep seperti gen, alel, kromosom, DNA, RNA, hukum Mendel, dan pola-pola pewarisan sifat akan menjadi inti pembelajaran. Relevansi dengan kehidupan nyata peserta didik sangat tinggi, terlihat dari keberagaman ciri fisik individu, penyakit genetik, hingga pemanfaatan teknologi genetika dalam pertanian dan kedokteran. Tingkat kesulitan materi ini termasuk sedang hingga tinggi, terutama pada perhitungan persilangan dan pemahaman peta silsilah. Struktur materi dibangun secara hierarkis, dimulai dari konsep dasar hingga aplikasi yang lebih kompleks. Integrasi nilai dan karakter akan ditekankan pada sikap ilmiah, tanggung jawab, dan penghargaan terhadap keunikan setiap individu.

D. DIMENSI PROFIL LULUSAN PEMBELAJARAN

Dalam pembelajaran Bab 2 Genetik dan Pewarisan Sifat, dimensi profil lulusan yang akan dicapai adalah:

- **Penalaran Kritis:** Peserta didik akan dilatih untuk menganalisis data hasil persilangan, mengidentifikasi pola pewarisan sifat, dan mengevaluasi informasi terkait kelainan genetik.
- **Kreativitas:** Peserta didik akan didorong untuk merancang model persilangan, membuat peta silsilah, atau menyajikan informasi genetik dengan cara yang inovatif.

- **Kolaborasi:** Melalui diskusi kelompok dan proyek, peserta didik akan belajar bekerja sama, berbagi ide, dan membangun pemahaman bersama.
- **Kemandirian:** Peserta didik akan didorong untuk mencari informasi tambahan secara mandiri, melakukan eksperimen sederhana, dan mengambil inisiatif dalam belajar.
- **Komunikasi:** Peserta didik akan berlatih mengkomunikasikan hasil analisis, ide, dan temuan mereka secara lisan maupun tulisan, baik dalam presentasi maupun diskusi.

DESAIN PEMBELAJARAN

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

Pada akhir fase F (Kelas XII), peserta didik mampu menganalisis struktur dan fungsi gen, DNA, dan kromosom; memahami proses pewarisan sifat berdasarkan hukum Mendel; serta menerapkan konsep genetika dalam berbagai kasus pewarisan sifat pada manusia, hewan, dan tumbuhan, termasuk memahami kelainan dan penyakit genetik.

B. LINTAS DISIPLIN ILMU YANG RELEVAN

- **Matematika:** Digunakan dalam perhitungan probabilitas hasil persilangan dan analisis statistik data genetik.
- **Kimia:** Relevan dalam memahami struktur molekul DNA dan RNA, serta proses replikasi dan transkripsi.
- **Informatika/TIK:** Pemanfaatan simulasi genetika, pencarian database genetik, dan presentasi digital.
- **Sosiologi/Etika:** Diskusi tentang isu-isu etis terkait rekayasa genetika, kloning, dan implikasi sosial dari penemuan genetik.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Pengantar Genetika dan Struktur Materi Genetik

- Peserta didik mampu menjelaskan konsep dasar gen, alel, kromosom, DNA, dan RNA dengan tepat setelah mengamati media visual dan berdiskusi.
- Peserta didik mampu mengidentifikasi struktur dan fungsi DNA serta RNA setelah melakukan eksplorasi informasi dari berbagai sumber belajar.

Pertemuan 2: Hukum Mendel dan Persilangan Monohibrid & Dihibrid

- Peserta didik mampu merumuskan Hukum Mendel I dan II berdasarkan pengamatan simulasi persilangan dan diskusi kelompok.
- Peserta didik mampu melakukan perhitungan probabilitas hasil persilangan monohibrid dan dihibrid pada berbagai organisme dengan menggunakan diagram Punnett.

Pertemuan 3: Pola-pola Pewarisan Sifat Non-Mendel dan Pautan

- Peserta didik mampu menganalisis pola pewarisan sifat non-Mendel (dominansi tidak sempurna, kodominansi, alel ganda, pautan seks) melalui studi kasus dan diskusi.
- Peserta didik mampu menjelaskan konsep pautan gen dan pindah silang serta dampaknya pada pewarisan sifat setelah menyelesaikan tugas eksplorasi data.

Pertemuan 4: Kelainan Genetik dan Aplikasi Genetika

- Peserta didik mampu mengidentifikasi beberapa jenis kelainan genetik pada manusia dan menjelaskan penyebabnya berdasarkan hasil penelusuran informasi.
- Peserta didik mampu menyajikan contoh aplikasi genetika dalam kehidupan sehari-hari (misalnya, pertanian, kedokteran) melalui presentasi kelompok.

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

- Mengapa kita mirip dengan orang tua kita, tetapi juga memiliki perbedaan? (Konsep dasar pewarisan sifat)

- Bagaimana seorang anak bisa memiliki mata biru meskipun kedua orang tuanya bermata cokelat? (Hukum Mendel dan persilangan)
- Mengapa buta warna lebih sering terjadi pada laki-laki? (Pola pewarisan sifat terpaut seks)
- Bagaimana ilmu genetika membantu mengatasi masalah pangan atau mendiagnosis penyakit? (Aplikasi genetika)

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

1. PRAKTIK PEDAGOGIK:

Model pembelajaran yang digunakan adalah Pembelajaran Berbasis Proyek (PBL) dengan fokus pada eksplorasi lapangan (jika memungkinkan), wawancara, dan presentasi.

- **Eksplorasi Lapangan (Opsional):** Jika memungkinkan, kunjungan ke pusat penelitian genetika sederhana (misalnya, laboratorium biologi kampus terdekat) atau kebun percobaan yang menerapkan prinsip genetika pada tanaman. Ini bertujuan untuk memberikan pengalaman langsung dan membangun konteks nyata.
- **Wawancara:** Peserta didik dapat melakukan wawancara (virtual atau langsung dengan protokol kesehatan) dengan ahli di bidang genetika (misalnya, dosen biologi, peneliti, dokter) untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang aplikasi genetika.
- **Diskusi Kelompok:** Diskusi mendalam untuk menganalisis kasus, memecahkan masalah, dan mengembangkan ide proyek.
- **Presentasi:** Peserta didik akan mempresentasikan hasil proyek mereka, baik berupa laporan, poster, model, atau media digital.

2. MITRA PEMBELAJARAN:

- **Lingkungan Sekolah:** Guru Biologi, Guru Matematika (untuk kolaborasi perhitungan probabilitas), Guru TIK (untuk dukungan digital), Perpustakaan sekolah.
- **Lingkungan Luar Sekolah:** Universitas/Fakultas Biologi (untuk kunjungan/wawancara dengan dosen/peneliti), Rumah Sakit (untuk informasi tentang kelainan genetik), Komunitas petani/perkebunan lokal (jika ada yang menerapkan genetika pada tanaman).
- **Masyarakat:** Orang tua/keluarga (untuk diskusi silsilah keluarga, dengan tetap menjaga privasi).

3. LINGKUNGAN BELAJAR:

Lingkungan pembelajaran yang mengintegrasikan antara ruang fisik, ruang virtual, dan budaya belajar.

- **Ruang Fisik:** Kelas yang fleksibel untuk diskusi kelompok, laboratorium biologi (untuk demonstrasi atau praktikum sederhana), perpustakaan sekolah.
- **Ruang Virtual:** Penggunaan platform belajar daring (misalnya, Google Classroom, Zoom/Google Meet), forum diskusi daring, sumber belajar digital (e-book, jurnal, video).
- **Budaya Belajar:** Mendorong budaya kolaboratif (peserta didik saling membantu dan belajar dari satu sama lain), partisipasi aktif (semua peserta didik merasa nyaman untuk bertanya, berpendapat, dan berkontribusi), serta rasa ingin tahu yang tinggi (mendorong peserta didik untuk selalu mencari tahu lebih dalam).

4. PEMANFAATAN DIGITAL:

- **Perpustakaan Digital:** Pemanfaatan e-book, jurnal ilmiah, artikel online, dan

sumber referensi terpercaya lainnya.

- **Forum Diskusi Daring:** Diskusi asinkron melalui Google Classroom atau platform sejenis untuk berbagi ide, bertanya, dan memberikan umpan balik.
- **Penilaian Daring:** Penggunaan Google Forms untuk kuesioner asesmen awal dan tes diagnostik.
- **Kahoot!/Mentimeter:** Digunakan untuk kuis interaktif, ice breaking, atau polling cepat untuk menguji pemahaman dan mendapatkan umpan balik secara menyenangkan.
- **Google Classroom:** Sebagai pusat manajemen pembelajaran untuk berbagi materi, tugas, pengumuman, dan komunikasi.

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

PERTEMUAN 1:

PENGANTAR GENETIKA DAN STRUKTUR MATERI GENETIK

KEGIATAN PENDAHULUAN BERMAKNA, MENGGEMBIRAKAN) - 15 MENIT

- **Apersepsi:** Guru menampilkan gambar atau video singkat tentang keberagaman makhluk hidup (misalnya, perbedaan ras anjing, atau anak kembar identik vs. fraternal). Guru mengajukan pertanyaan pemantik: "Mengapa ada begitu banyak perbedaan di antara kita? Mengapa kita mirip dengan orang tua kita, tetapi juga memiliki ciri khas sendiri?" (Berkesadaran - memancing rasa ingin tahu).
- **Motivasi:** Guru menjelaskan relevansi materi genetika dengan kehidupan sehari-hari dan potensi aplikasinya di masa depan (misalnya, obat-obatan personal, pertanian). Guru memberikan tebak-tebakan atau cerita singkat tentang penemuan DNA untuk menciptakan suasana menggembirakan.
- **Asesmen Diagnostik Awal:** Guru meminta peserta didik untuk menuliskan 3 hal yang mereka ketahui tentang "keturunan" atau "pewarisan sifat" di Sticky Notes/Jamboard/Padlet (Berkesadaran - mengidentifikasi pengetahuan awal).

KEGIATAN INTI (BERMAKNA, MENGGEMBIRAKAN) - 60 MENIT

Memahami (Berkesadaran):

- Peserta didik dibagi menjadi kelompok kecil. Setiap kelompok diberikan "puzzle" (gambar-gambar potongan DNA, kromosom, gen, sel) dan diminta untuk menyusunnya serta menjelaskan hubungan antar bagian.
- Guru memfasilitasi diskusi tentang "Apa itu gen?", "Di mana lokasinya?", "Apa fungsinya?".
- Peserta didik menonton video singkat/animasi tentang struktur DNA dan RNA.

Mengaplikasi (Bermakna, Menggembirakan):

- Setiap kelompok membuat poster sederhana atau mind map tentang "Peta Konsep Materi Genetik" (mencakup DNA, RNA, gen, alel, kromosom).
- Guru memberikan "tantangan" kepada setiap kelompok untuk membuat model sederhana DNA menggunakan alat-alat sederhana (kertas, plastisin, sedotan).

Merefleksi (Berkesadaran):

- Setiap kelompok mempresentasikan hasil poster dan model DNA mereka.
- Guru memberikan umpan balik dan penguatan konsep.

- Peserta didik menuliskan satu hal baru yang mereka pelajari dan satu pertanyaan yang masih mereka miliki di buku catatan.

KEGIATAN PENUTUP (UMPAN BALIK, KESIMPULAN, PERENCANAAN) - 15 MENIT

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan pujian atas partisipasi aktif peserta didik dan memberikan masukan konstruktif terhadap pemahaman mereka.
- **Kesimpulan:** Guru bersama peserta didik merangkum poin-poin penting yang telah dipelajari tentang materi genetik.
- **Perencanaan Selanjutnya:** Guru memberikan pengantar singkat tentang Hukum Mendel sebagai topik pertemuan berikutnya dan menugaskan peserta didik untuk mencari tahu tentang "ayah genetika".

PERTEMUAN 2:

KEGIATAN INTI (BERMAKNA, MENGGEMBIRAKAN) - 60 MENIT

Memahami (Berkesadaran):

- Guru memutar video simulasi persilangan monohibrid dan dihibrid menggunakan kacang ercis (seperti percobaan Mendel).
- Peserta didik diajak untuk mengamati pola pewarisan sifat yang muncul.
- Guru memfasilitasi diskusi tentang "Apa itu dominan dan resesif?", "Bagaimana sifat-sifat ini diwariskan?".

Mengaplikasi (Bermakna, Menggembirakan):

- Setiap kelompok diberikan "kartu sifat" (misalnya, warna bunga merah/putih, bentuk biji bulat/keriput) dan diminta untuk membuat diagram Punnett serta memprediksi rasio fenotipe dan genotipe hasil persilangan.
- Guru memberikan "studi kasus" tentang pewarisan sifat pada manusia (misalnya, golongan darah, warna mata) dan meminta peserta didik untuk menyelesaikan soal-soal persilangan.

Merefleksi (Berkesadaran):

- Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil kerja mereka dan menjelaskan langkah-langkah penyelesaian.
- Guru memfasilitasi diskusi tentang kesulitan yang ditemui dan bagaimana mengatasinya.
- Peserta didik menuliskan cara mereka memahami Hukum Mendel dengan kata-kata sendiri.

KEGIATAN PENUTUP (UMPAN BALIK, KESIMPULAN, PERENCANAAN) - 15 MENIT

- **Umpan Balik Konstruktif:** Guru memberikan pujian atas partisipasi aktif peserta didik dan memberikan masukan konstruktif terhadap pemahaman mereka.
- **Kesimpulan:** Guru bersama peserta didik merangkum poin-poin penting yang telah dipelajari tentang materi genetik.
- **Perencanaan Selanjutnya:** Guru memberikan pengantar singkat tentang Hukum Mendel sebagai topik pertemuan berikutnya dan menugaskan peserta didik untuk mencari tahu tentang "ayah genetika".

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

1. ASESMEN AWAL PEMBELAJARAN (DILAKUKAN PADA AWAL PERTEMUAN PERTAMA)

- **Observasi:** Guru mengamati partisipasi dan interaksi peserta didik selama kegiatan apersepsi dan diskusi awal.
- **Wawancara (singkat):** Guru mengajukan pertanyaan informal kepada beberapa peserta didik tentang pemahaman awal mereka mengenai "keturunan" atau "ciri-ciri yang diwariskan".
- **Kuesioner:** Menggunakan Google Forms atau Sticky Notes/Jamboard/Padlet, peserta didik diminta mengisi pertanyaan seperti:
 - "Tuliskan 3 hal yang kamu ketahui tentang 'gen' atau 'DNA'."
 - "Menurutmu, mengapa kita mirip dengan orang tua kita?"
 - "Apa yang ingin kamu pelajari tentang pewarisan sifat?"
- **Tes Diagnostik:** 5 soal pilihan ganda atau isian singkat untuk mengukur pemahaman prasyarat (misalnya, tentang sel, inti sel, konsep dasar pembelahan sel).

Contoh Soal Asesmen Awal:

1. Bagian sel apakah yang membawa informasi genetik dan terdapat di dalam inti sel?
a. Mitokondria b. Ribosom c. Kromosom d. Dinding sel
2. Apa kepanjangan dari DNA?
3. Apakah yang kamu pahami tentang "sifat keturunan"?
4. Jika ada dua orang tua, satu berambut keriting dan satu berambut lurus, mengapa anaknya bisa berambut lurus atau keriting?
5. Sebutkan salah satu contoh sifat yang diwariskan dari orang tua ke anak!

2. ASESMEN PROSES PEMBELAJARAN (DILAKUKAN SELAMA KEGIATAN INTI PADA SETIAP PERTEMUAN)

- **Tugas Harian:** Penugasan individu atau kelompok untuk menyelesaikan soal-soal persilangan, membuat model, atau menyusun mind map.
- **Diskusi Kelompok:** Guru mengamati keaktifan, kualitas argumen, dan kolaborasi peserta didik selama diskusi.
- **Presentasi:** Penilaian terhadap kemampuan peserta didik dalam menyampaikan ide, menjelaskan konsep, dan menjawab pertanyaan.

Contoh Soal/Tugas Asesmen Proses (Pertemuan 2):

1. Sebuah persilangan antara tanaman ercis berbunga merah homozigot dominan (MM) dengan tanaman ercis berbunga putih homozigot resesif (mm). Buatlah diagram Punnett dan tentukan rasio genotipe serta fenotipe F1 dan F2-nya!
2. Dalam kelompokmu, diskusikan mengapa Hukum Mendel I disebut juga hukum segregasi bebas! Berikan contohnya.
3. Jika seorang laki-laki bergolongan darah A heterozigot menikah dengan seorang wanita bergolongan darah B heterozigot, tentukan kemungkinan golongan darah anak-anak mereka!
4. Jelaskan perbedaan antara genotipe dan fenotipe! Berikan contoh untuk

memperjelas.

5. Mengapa penting bagi kita untuk memahami pewarisan sifat? Berikan minimal dua alasannya.

3. ASESMEN AKHIR PEMBELAJARAN (DILAKUKAN DI AKHIR BAB ATAU SETELAH SEMUA PERTEMUAN SELESAI)

- **Jurnal Reflektif:** Peserta didik menuliskan refleksi tentang apa yang telah mereka pelajari, kesulitan yang dihadapi, cara mengatasinya, dan bagaimana materi ini relevan bagi mereka.
- **Tes Tertulis:** Soal-soal esai dan pilihan ganda yang mencakup seluruh konsep genetika dan pewarisan sifat.
- **Tugas Akhir/Proyek:** Peserta didik dapat memilih salah satu dari opsi berikut:
- Membuat peta silsilah keluarga sendiri (dengan persetujuan keluarga dan menjaga privasi) dan menganalisis pola pewarisan sifat tertentu.
- Merancang kampanye edukasi sederhana (poster/video pendek) tentang suatu kelainan genetik.
- Membuat proposal proyek sederhana tentang pemanfaatan genetika dalam bidang tertentu (misalnya, peningkatan kualitas tanaman).

Contoh Soal Asesmen Akhir (Tes Tertulis):

1. Jelaskanlah apa yang dimaksud dengan gen, alel, dan kromosom, serta bagaimana ketiganya saling berkaitan dalam pewarisan sifat.
2. Pada tikus, warna bulu hitam (B) dominan terhadap putih (b). Jika tikus hitam heterozigot disilangkan dengan tikus putih, berapa persentase keturunan yang diperkirakan memiliki bulu hitam? Gambarkan diagram Punnett-nya.
3. Seorang laki-laki menderita buta warna (resesif, terpaut kromosom X) dan ibunya tidak buta warna. Sementara itu, ayahnya normal. Laki-laki tersebut menikah dengan seorang wanita normal yang ayahnya buta warna. Tentukan kemungkinan anak laki-laki mereka akan menderita buta warna!
4. Analisis dan berikan pendapat Anda mengenai dilema etika yang mungkin muncul dari penerapan teknologi rekayasa genetika pada manusia.
5. Bagaimana pemahaman Anda tentang genetika dapat membantu Anda dalam kehidupan sehari-hari atau dalam memahami isu-isu kesehatan yang ada di masyarakat? Berikan contoh konkret.