

MODUL AJAR
PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN MAHKLUK HIDUP

A. Identitas Modul

Nama sekolah : SMA Negeri 8 Mataram
Nama penyusun : Riska Apriliana Arianti
Mata pelajaran : Biologi
Kelas/Fase/Semester : XI/F/Genap
Alokasi waktu : 2 Pertemuan (6JP)

B. Tujuan Pembelajaran

- Peserta didik dapat mengidentifikasi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup (tumbuhan) melalui proses pemecahan masalah pada *Liveworksheet* dengan benar.
- Peserta didik dapat mengidentifikasi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup (hewan) melalui proses pemecahan masalah pada *Liveworksheet* dengan benar.
- Peserta didik dapat menganalisis faktor eksternal dan internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup melalui proses pemecahan masalah pada *Liveworksheet* dengan benar.

C. Capaian Pembelajaran

Pada akhir Fase F, peserta didik mampu memahami dan mengidentifikasi konsep pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup, termasuk faktor internal dan eksternal yang memengaruhinya, serta mengaplikasikan pengetahuannya untuk menganalisis fenomena pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan hewan.

D. Profil Lulusan Pembelajaran

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

- **Penalaran Kritis:** peserta didik menganalisis dan mengidentifikasi hubungan sebab akibat antara factor lingkungan dengan pertumbuhan, serta mengevaluasi informasi dari berbagai sumber.
- **Kreativitas:** peserta didik menemukan solusi untuk masalah tumbuh kembang, dan menyajikan hasil pengamatan dengan cara yang inovatif.
- **Kolaborasi:** peserta didik bekerja sama dalam kelompok untuk merencanakan dan melaksanakan tugas.
- **Kemandirian:** peserta didik bertanggung jawab dalam melaksanakan tugas, mencari informasi dan memecahkan masalah secara mandiri.
- **Komunikasi:** peserta didik menyampaikan ide, dan kesimpulan secara lisan maupun tulisan dengan jelas dan efektif.

E. Model Pembelajaran

Problem Based Learning (PBL)

F. Media Pembelajaran

Power Point (PPT)

Video Pembelajaran

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Liveworksheet*

G. Materi Pembelajaran

1. Pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup

a. Pertumbuhan

Pertumbuhan adalah peristiwa perubahan biologis yang terjadi pada seluruh makhluk hidup berupa pertambahan ukuran volume, tinggi, dan massa yang tidak dapat kembali ke bentuk atau keadaan semula. Pertumbuhan dapat diukur secara kuantitatif dalam satuan ukuran panjang dan berat. Contohnya bayi yang lahir dengan panjang 50 cm, setelah dewasa menjadi 150 cm. Ukuran bayi yang panjangnya 150 cm tidak kembali menjadi 50 cm.

b. Perkembangan

Perkembangan adalah proses di mana sel-sel muda yang belum matang berubah struktur dan karakteristiknya menjadi tipe sel khusus untuk mendukung jaringan atau organ tertentu. Perkembangan tidak dapat diukur tetapi dinyatakan secara

kualitatif. Ditinjau dari segi anatomi dan fisiologi, diferensiasi merupakan perubahan yang menyangkut pada spesialisasi fungsi sel.

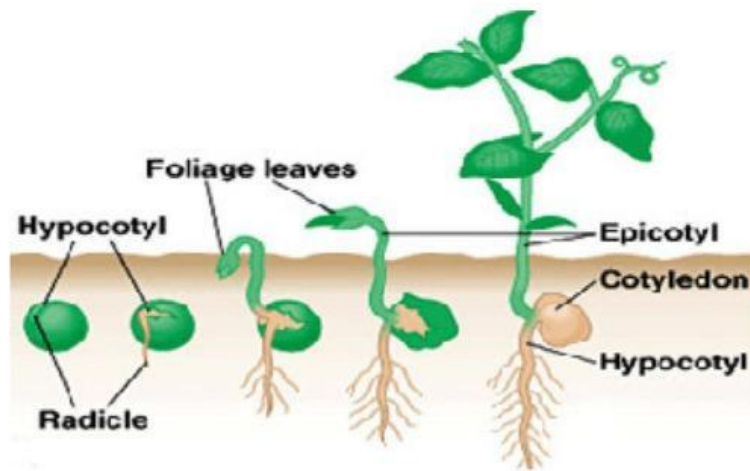
c. Pertumbuhan dan perkembangan pada Tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan melalui 3 fase yaitu: Perkecambahan, Pertumbuhan dan perkembangan, fase reproduksi.

1) Perkecambahan

Merupakan proses munculnya embrio melalui biji. Berdasarkan letak kotiledon pada saat perkecambahan ada 2 tipe perkecambahan:

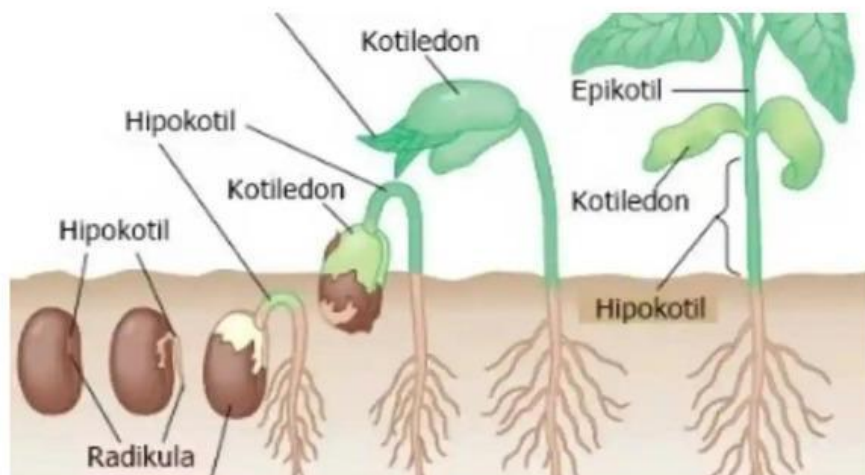
a. Perkecambahan hypogeal



(sumber: Campbell et al., 2000: 366)

Perkecambahan hypogeal berasal dari kata “hipo” yang artinya “bawah”. Perkecambahan hypogeal ditandai dengan epikotil tumbuh memanjang ke permukaan tanah menembus kulit biji sehingga kotiledon tetap berada di dalam tanah. Contoh tumbuhan yang mengalami perkecambahan ini adalah kacang ercis, kacang kapri, jagung, dan rumput-rumputan.

b. Perkecambahan epigeal



(sumber: Campbell et al., 2000: 366)

Perkecambahan epigeal berasal dari kata “epi” yang artinya “atas”. Tipe perkecambahan epigeal ditandai dengan hipokotil yang tumbuh memanjang sehingga kotiledon terangkat ke atas (permukaan tanah). Kotiledon dapat melakukan fotosintesis selama daun belum terbentuk. Contoh tumbuhan ini adalah kacang hijau, kedelai, bunga matahari dan kacang tanah. Organ pertama yang muncul ketika biji berkecambah adalah radikula. Radikula ini kemudian akan tumbuh menembus permukaan tanah. Untuk tanaman dikotil yang dirangsang dengan cahaya, ruas batang hipokotil akan tumbuh lurus ke permukaan tanah mengangkat kotiledon dan epikotil. Epikotil akan memunculkan daun pertama kemudian kotiledon akan rontok ketika cadangan makanan di dalamnya telah habis digunakan oleh embrio.

Mekanisme perkecambahan meliputi beberapa tahap yaitu:

a. Imbibisi (penyerapan air oleh biji)

Imbibisi merupakan sebuah proses, di mana air akan masuk ke dalam benih, sebagai proses awal munculnya kecambah dari benih. Masuknya air ke dalam benih terjadi secara difusi ataupun osmosis. Proses osmosis terjadi karena benih lebih kering dari lingkungannya sehingga air masuk ke dalam benih. Selanjutnya, benih yang kering akan mengabsorpsi air melalui micropyle dan testa. Pada proses ini, lapisan koloid akan menarik air dan mengembang, sehingga volumenya meningkat hingga 200 persen. Hal ini akan membuat kulit biji terpecah.

b. Pembentukan enzim

Air yang masuk ke dalam benih atau biji akan mengaktifkan hormon giberelin pada embrio. Selanjutnya enzim tersebut akan memproduksi enzim amilase yang diproduksi lapisan aleuron. Enzim yang satu ini bekerja sebagai endosperma untuk mengubah pati menjadi gula.

c. Pemanjangan sel radikula

Pemanjangan sel radikula akan diikuti dengan radikula yang semakin terlihat dan juga tumbuhnya kulit biji. Selanjutnya, kecambah akan mengalami pertumbuhan primer.

2) Pertumbuhan dan perkembangan

Pertumbuhan tanaman ada dua macam yaitu pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder. Hal tersebut dapat diamati pada video di bawah ini.

- a. pertumbuhan primer merupakan proses pertumbuhan terjadi karena pertumbuhan meristem primer yang terdapat pada ujung akar dan ujung batang yang mengakibatkan terjadinya penambahan ukuran panjang dan tinggi batang tumbuhan.
- b. pertumbuhan sekunder menyebabkan bertambah besarnya diameter atau lebar akar dan batang tumbuhan yang terjadi akibat aktivitas sel-sel meristem di antara xilem dan floem.

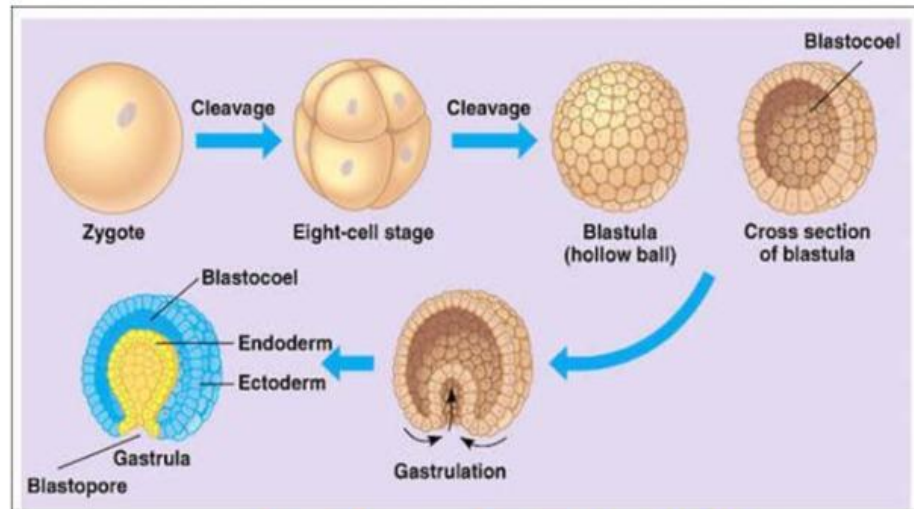
3) Fase reproduksi

Fase reproduktif terjadi pada pembentukan dan perkembangan kuncup-kuncup bunga, bunga buah dan biji.

d. Pertumbuhan dan perkembangan pada Hewan

1. Fase Embrionik pada Hewan

Fase ini dimulai dari pembuahan sel telur oleh sperma membentuk zigot hingga embrio siap lahir atau menetas. Hal tersebut dapat diamati pada video di bawah ini!



(sumber: <https://share.google/6dBL2sqn016IiRbkr>)

Tahapannya meliputi:

a. Zigot

- Mengalami pembelahan secara mitosis, artinya bertambah menurut kelipatannya, misalnya menjadi 2 sel, 4 sel, 8, 16, dst.
- Sel yang membelah terkumpul menjadi 1 yang disebut morula

b. Morula: Dalam perkembangan selanjutnya, morula membentuk rongga yang dinamakan blastula, proses pembentukan morula menjadi blastula disebut blastulasi

c. Gastrula: merupakan proses pembentukan 3 lapisan Sel lapisan (ectoderm: lapisan luar, mesoderm: lapisan tengah, endoderm: lapisan dalam) untuk organ dasar.

d. Organogenesis merupakan proses perkembangan lebih lanjut ke tiga lapisan embrionik yang mengalami diferensiasi menjadi organ-organ tubuh:

- Lapisan ectoderm: menjadi kulit, rambut, sistem saraf dan alat-alat indera
- Lapisan mesoderm: menjadi otot, rangka, dan alat reproduksi, peredaran darah, jantung, dan ginjal.
- Lapisan endoderm: menjadi kelenjar-kelenjar yang berhubungan dengan pencernaan dan alat pernapasan.

2. Fase Pasca-Embrionik

Fase ini merupakan fase pertumbuhan dan perkembangan setelah masa embrionik. Pada masa ini biasanya hanya terjadi peningkatan ukuran bagian-bagian tubuh, namun tidak semua bagian tubuh mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Setelah lahir/menetas, hewan tumbuh dan berkembang tidak seragam di semua bagian tubuh. Contoh prosesnya:

a. Metamorfosis

- Metamorfosis sempurna (telur-larva-pupa-dewasa, seperti kupu-kupu).
- Metamorphosis tidak sempurna (telur-nimfa-dewasa, seperti belalang).

Perbedaan utama antara metamorphosis sempurna dan tidak sempurna terletak pada jumlah tahapan atau fase yang dialami (ada atau tidaknya fase pupa atau kepompong) serta perubahan bentuk tubuh.

Metamorfosis sempurna (telur-larva-pupa-dewasa). Bentuk larva sangat berbeda jauh dengan bentuk dewasanya.

Metamorphosis tidak sempurna (telur-nimfa-dewasa). Bentuk nimfa sudah mirip dengan hewan dewasa, hanya ukurannya yang lebih kecil.

2. Faktor-faktor (eksternal dan internal) yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup

a. Pada tumbuhan

1. Faktor eksternal

Faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari luar tumbuhan antara lain cahaya matahari, nutrisi, air, kelembaban, suhu, oksigen, pH, dan topografi.

a) Cahaya matahari berpengaruh pada pertumbuhan.

b) Nutrisi

- Mikronutri merupakan nutrisi yang diperlukan dalam jumlah sedikit.
- Makronutrisi merupakan nutrisi yang diperlukan dalam jumlah banyak.

- c) Air dan kelembaban merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan. Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa air, makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup. Air merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia di dalam tubuh. Kelembaban mempengaruhi keberadaan air yang dapat diserap oleh tanaman mengurangi penguapan. Kondisi ini sangat mempengaruhi sekali terhadap pemanjangan sel. Kelembaban juga penting untuk mempertahankan stabilitas bentuk sel.
- d) Suhu memiliki pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Contohnya pada padi yang ditanam pada awal musim kemarau dimana suhu rata-rata tinggi akan lebih cepat dipanen daripada padi yang ditanam pada musim penghujan dimana suhu rata-rata lebih rendah. Hal ini disebabkan karena semua proses dalam pertumbuhan dan perkembangan seperti penyerapan air, fotosintesis, penguapan, dan pernapasan pada tanaman dipengaruhi oleh suhu

2. Faktor internal

Merupakan faktor yang berasal dari dalam tubuh tumbuhan:

- a) Gen adalah faktor pembawa sifat menurun yang terdapat di dalam sel makhluk hidup. Gen berpengaruh pada setiap struktur makhluk hidup dan juga perkembangannya.
- b) Hormon adalah pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan juga dipengaruhi oleh hormon tumbuhan (fitohormon). Fitohormon yang dihasilkan oleh tumbuhan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan. Hormon tumbuhan yang telah diketahui antara lain:
- **Auksin:** Hormon auksin merupakan fitohormon yang berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Fitohormon ini akan memicu pemanjangan dan pembesaran sel dengan cara mengaktifasi enzim yang fungsinya melonggarkan ikatan serabut selulosa dinding sel sehingga sel dapat memanjang.
 - **Giberelin:** Hormon ini berperan dalam mempercepat pertumbuhan bunga, biji, dan tunas, sekaligus membantu dalam perkecambahan

biji. Hormon ini juga berperan dalam mempengaruhi proses partenokarpi atau pembentukan buah tanpa pembuahan.

- Sitokinin: hormon sitokinin memiliki peran dalam merangsang proses pembelahan sel dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama. Sitokinin juga berperan dalam menunda pengguguran bunga, buah, dan daun, serta mempengaruhi pertumbuhan tunas dan akar.
- Asam absisat: Asam absisat merupakan fitohormon yang berfungsi dalam menghambat pertumbuhan tanaman. Hormon ini bekerja secara antagonis dengan hormon auksin, sitokinin, dan giberelin. Dilihat dari perannya, asam absisat akan menghambat perkecambahan biji, mengurangi penguapan, dan memperpanjang masa dormansi biji. Selain itu, asam absisat juga akan menyebabkan terjadinya pengguguran pada daun, bunga, hingga buah pada tanaman. Hormon ini juga akan mempertahankan kondisi tumbuhan jika dirasa lingkungannya tidak sesuai untuk tumbuh dan berkembang.
- Asam traumalin: Fitohormon ini akan bekerja ketika tanaman mengalami stress. Peran asam traumalin adalah memperbaiki kerusakan dan luka yang terjadi pada tanaman, sehingga sel, jaringan, maupun organ yang mengalami kerusakan akan mulai pulih kembali.
- Gas Etilen: etilen merupakan fitohormon yang berbentuk gas. Fitohormon ini memiliki peran dalam mempercepat pematangan buah, memacu pembungaan, serta merespon adanya tekanan, kekeringan, luka, dan infeksi pada tanaman.
Etilen juga akan membuat pertumbuhan batang menjadi tebal dan kokoh. Pada beberapa tanaman tertentu, fitohormon ini juga berperan dalam mengatur jumlah perbandingan bunga jantan dan bunga betina.
- Kalin: merupakan hormon yang merangsang pertumbuhan organ-organ pada tumbuhan. Berdasarkan organnya, hormon kalin dibagi menjadi empat jenis, yaitu kaulokalin yang merangsang

pembentukan batang, rizokalin yang merangsang pembentukan akar, filokalin yang merangsang pembentukan daun, dan antokalin yang merangsang pembentukan bunga.

b. Pada hewan

1. Faktor internal

a. Gen

Gen adalah substansi/materi pembawa sifat yang diturunkan dari induk. Gen mempengaruhi ciri dan sifat makhluk hidup, misalnya bentuk tubuh, tinggi tubuh, warna kulit, warna bunga, warna bulu, rasa buah, dan sebagainya. Gen juga menentukan kemampuan metabolisme makhluk hidup, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya.

b. Hormon

Hormon merupakan zat yang berfungsi untuk mengendalikan berbagai fungsi di dalam tubuh. Meskipun kadarnya sedikit, hormon memberikan pengaruh yang nyata dalam pengaturan berbagai proses dalam tubuh. Hormon yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup beragam jenisnya.

Hormon pada hewan

Beberapa hormon pertumbuhan pada hewan adalah sebagai berikut.

1. Tiroksin, mengendalikan pertumbuhan hewan. Pada katak hormon ini merangsang dimulainya proses metamorfosis.
2. Somatomedin, mempengaruhi pertumbuhan tulang.
3. Ekdison dan juvenil, mempengaruhi perkembangan fase larva dan fase dewasa, khususnya pada hewan Invertebrata.

2. Faktor eksternal

a. Makanan atau nutrisi

Makanan merupakan bahan baku dan sumber energi dalam proses metabolisme tubuh. Kualitas dan kuantitas makanan akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Karena dalam masa pertumbuhan, makhluk hidup harus cukup makan makanan yang bergizi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan. Zat gizi yang diperlukan manusia dan hewan adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Semua zat ini diperoleh dari makanan.

b. Suhu

Semua makhluk hidup membutuhkan suhu yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Suhu ini disebut suhu optimum, misalnya suhu tubuh manusia yang normal adalah sekitar 37°C. Pada suhu optimum semua makhluk hidup dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Hewan dan manusia memiliki kemampuan untuk bertahan hidup dalam kisaran suhu lingkungan tertentu

c. Air dan kelembaban

Air dan kelembapan merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan. Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa air, makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup. Air merupakan tempat berlangsungnya reaksi kimia di dalam tubuh. Tanpa air, reaksi kimia di dalam sel tidak dapat berlangsung, sehingga dapat mengakibatkan kematian. Kelembapan adalah banyaknya kandungan uap air dalam udara atau tanah. Tanah yang lembab berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tumbuhan. Kondisi yang lembab banyak air yang dapat diserap oleh tumbuhan dan lebih sedikit penguapan. Kondisi ini sangat mempengaruhi sekali terhadap pemanjangan sel. Kelembapan juga penting untuk mempertahankan stabilitas bentuk sel.

d. Aktivitas tubuh

Pertumbuhan hewan dan manusia juga dipengaruhi oleh aktivitas tubuh. Contohnya, otot yang dilatih dapat tumbuh menjadi besar dan kuat. Sedangkan otot yang tidak pernah dilatih lebih kecil dan kurang kuat. Olahraga secara teratur juga dapat meningkatkan pertumbuhan badan, karena kegiatan atau aktivitas tubuh lainnya dapat melancarkan peredaran darah dan metabolisme dalam tubuh. Dengan demikian, aktivitas tubuh akan mempengaruhi kesehatan dan mempengaruhi pada pertumbuhan.

e. Oksigen

Oksigen merupakan gas sangat penting bagi kehidupan. Makhluk hidup bernapas untuk mendapatkan oksigen. Oksigen diperlukan dalam proses oksidasi biologi untuk menghasilkan energi. Energi digunakan untuk menjalankan semua aktivitas tubuh termasuk pertumbuhan. Kandungan Oksigen yang terlalu larut dalam air juga mempengaruhi kehidupan

hewan-hewan air. Oksigen yang diperlukan sebagai bahan utama penghasil energi berdifusi melalui insang bersama aliran air. Kandungan Oksigen yang terlalu rendah dapat menyebabkan nafsu makan berkurang sehingga pertumbuhannya akan terhambat.

H. Daftar Pustaka

Taridal, A. (2019). Pertumbuhan dan Perkembangan. Kementerian pendidikan dan kebudayaan. Link akses: <https://share.google/uqdQjpe4jVvTY8O9>

Restuati, M. (2024). Modul Belajar Mandiri: Pertumbuhan dan Perkembangan Mahkluk Hidup. Link akses: <https://share.google/ZPdKUQ5FOJt03SHAh>