

E-LKPD

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN BERBASIS PEMBELAJARAN MENDALAM



Disusun Oleh:

Elva Nur Cahya

Prof. Dr. Wisanti, M.S.

Putut Rakhmad Purnama, S.Si, M.Si., Ph.D.

Kelas XI SMA

Fase F

PENDAHULUAN

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) ini dikembangkan untuk mata pelajaran Biologi, khususnya pada materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan yang dirancang untuk peserta didik kelas XI SMA/MA. E-LKPD ini mengintegrasikan pendekatan Pembelajaran Mendalam dengan Kurikulum Merdeka untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, yang mencakup kemampuan mengidentifikasi permasalahan, menganalisis data, mengevaluasi informasi, serta menarik kesimpulan yang logis berdasarkan bukti ilmiah.

Pendekatan Pembelajaran Mendalam berfokus pada pemahaman konsep yang holistik dan keterkaitan antar ide, bukan sekadar menghafal fakta. Pendekatan ini didasarkan pada prinsip-prinsip penting seperti pembelajaran berkesadaran, pembelajaran bermakna, dan pembelajaran menggembirakan. Melalui penerapan prinsip-prinsip tersebut, peserta didik akan memperoleh pengalaman belajar yang esensial, dimulai dari memahami konsep dasar pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, kemudian mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam berbagai konteks nyata, hingga akhirnya mampu merefleksi pemahaman dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

FITUR FITUR E-LKPD



Fitur ini menyajikan rangkuman materi dan video untuk membantu peserta didik memahami konsep awal sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

- Pengalaman Belajar : **Memahami**
- Prinsip Pembelajaran : **Pembelajaran Berkesadaran**
- Indikator Berpikir Kritis : **Interpretasi**



Fitur ini berisi kegiatan penerapan pengetahuan melalui perancangan percobaan sederhana.

- Pengalaman Belajar : **Mengaplikasikan**
- Prinsip Pembelajaran : **Pembelajaran Bermakna dan Menggembirakan**
- Indikator Berpikir Kritis : **Inferensi, Analisis, Eksplanasi, dan Evaluasi**



Fitur ini berisi kegiatan merefleksikan hasil praktikum.

- Pengalaman Belajar : **Merefleksi**
- Prinsip Pembelajaran : **Pembelajaran Berkesadaran**
- Indikator Berpikir Kritis : **Regulasi Diri**

Prinsip Pembelajaran Mendalam

- Pembelajaran Berkesadaran
- Pembelajaran Bermakna
- Pembelajaran Menggembirakan

Pengalaman Belajar

- Memahami
- Mengaplikasikan
- Merefleksi

Dimensi Profil Lulusan

- Bernalar Kritis
- Berkolaborasi

Kerangka pembelajaran Mendalam

- Praktik pedagogis: Metode diskusi
- Lingkungan pembelajaran: Ruang Kelas
- Pemanfaatan Digital: *Liveworksheets* dan *Wordwall*

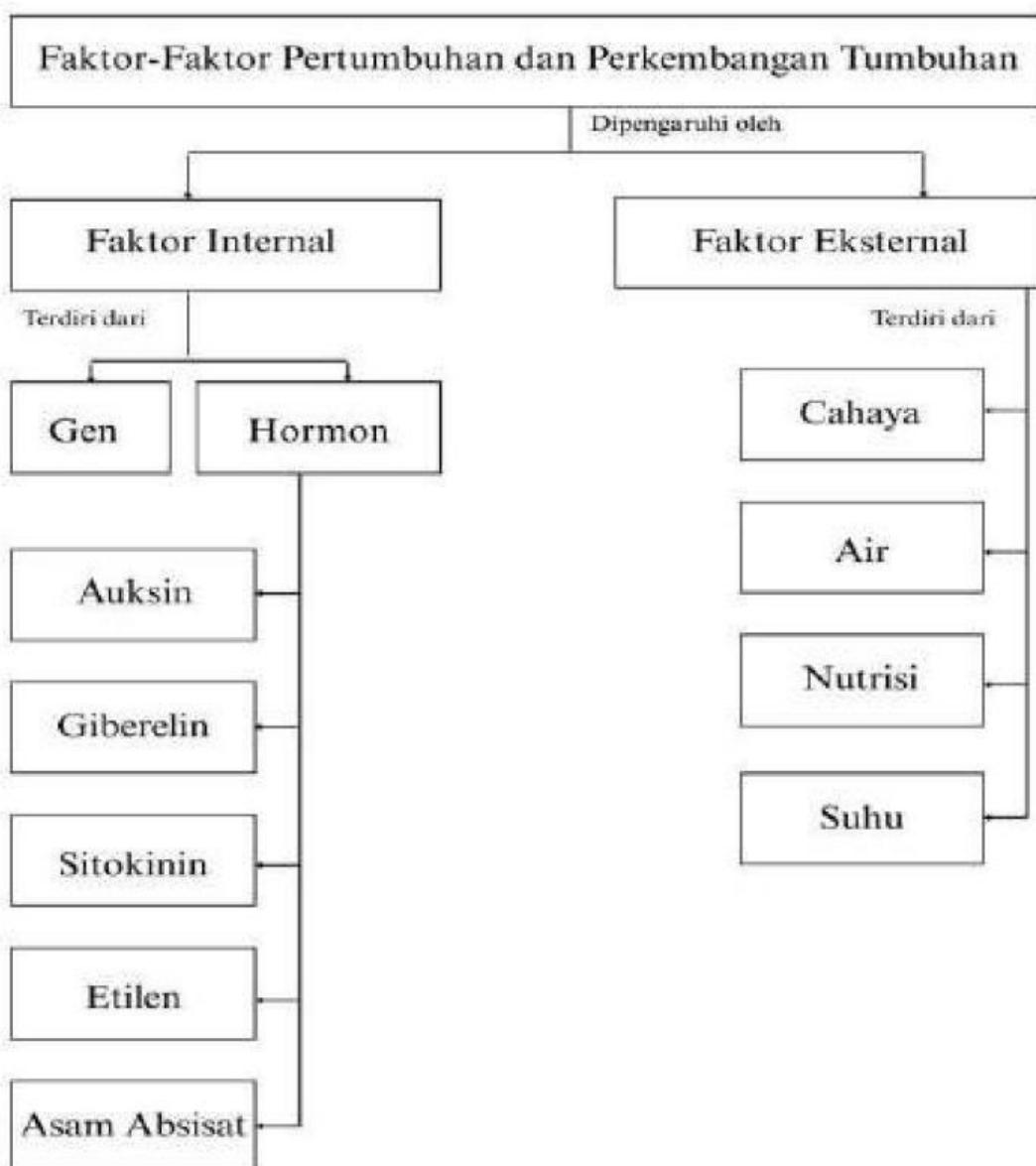
TATA CARA MENGAKSES E-LKPD

- Klik link E-LKPD yang diberikan guru.
- Kerjakan LKPD dengan cara klik pada jawaban, kotak isian, atau pilihan yang tersedia sesuai instruksi.
- Jika ada soal yang harus diseret, klik-tahan lalu geser (*drag*) ke tempat yang benar.
- Setelah selesai, klik tombol “*Finish*” di bagian bawah halaman.
- Pilih “*Send my answers to my teacher*” atau “*Check my answers*” sesuai instruksi guru.
- Tunggu sampai muncul notifikasi berhasil.

PETUNJUK PENGGUNAAN

- Berkumpullah bersama teman-temanmu dalam kelompok berisi lima orang agar kamu dapat berdiskusi, bekerja sama, dan saling membantu selama kegiatan berlangsung.
- Bacalah setiap bagian LKPD dengan cermat, mulai dari pengantar, tujuan pembelajaran, hingga langkah kegiatan, supaya kamu memahami alur belajar dan tahu apa yang harus dilakukan sebelum memulai aktivitas.
- Ikuti kegiatan belajar secara berurutan, dimulai dari Zona Memahami, Zona Mengaplikasikan, hingga Zona Merefleksi. Pada Zona Memahami, amati informasi yang disajikan dan hubungkan dengan pengetahuan awalmu. Pada Zona Mengaplikasikan, lakukan aktivitas dan analisis sesuai petunjuk untuk membangun pemahaman yang lebih mendalam. Pada Zona Merefleksi, renungkan kembali hasil belajarmu dan rumuskan kesimpulan bersama kelompok.
- Pastikan semua anggota kelompok aktif berpendapat dan terlibat, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna dan memberikan pemahaman yang lebih kuat.

PETA KONSEP



E-LKPD

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN BERBASIS PEMBELAJARAN MENDALAM

Topik 1: Faktor Internal Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan



Kelompok :

Nama Kelompok :

Kelas XI SMA

Fase F

E-LKPD TOPIK 1

Kelas / Fase	;	XI SMA / Fase F
Pertemuan	;	Pertama
Sub Materi	;	Faktor Internal Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan
Alokasi Waktu	;	3×45 menit

Capaian Pembelajaran

Pemahaman biologi

Pada akhir Fase F, peserta didik dapat menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan. menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan

Keterampilan Proses

Merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses, menganalisis data dan informasi, dan mengevaluasi dan refleksi data.

Tujuan Pembelajaran

1. Setelah diberikan video pembelajaran mengenai faktor internal, peserta didik mampu mendeskripsikan berbagai hormon yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan benar.
2. Setelah diberikan video demonstrasi, peserta didik mampu menyelidiki proses pemeraman buah dengan tepat.
3. Setelah melakukan praktikum, peserta didik mampu menganalisis data hasil praktikum dengan benar.
4. Setelah melakukan praktikum, peserta didik mampu menjelaskan mekanisme kerja hormon etilen terhadap proses pemeraman buah dengan benar.
5. Setelah melakukan praktikum, peserta didik mampu mengevaluasi hasil praktikum pemeraman buah menggunakan daun lamtoro dengan benar.
6. Setelah melakukan praktikum, peserta didik mampu merefleksikan hasil praktikum pemeraman buah serta mengusulkan solusi atau tindak lanjut dengan tepat.



Prinsip Pembelajaran : Pembelajaran Berkesadaran

Indikator Berpikir Kritis : Interpretasi

Sebelum memulai aktivitas pembelajaran, *BioMates* perlu membaca rangkuman materi di bawah ini. Pemahaman dari rangkuman ini akan membantu *BioMates* dalam melakukan kegiatan berikutnya.

Faktor Internal Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya ukuran makhluk hidup yang bersifat irreversible (tidak dapat kembali ke bentuk semula) serta dapat diukur secara kuantitatif, misalnya melalui tinggi batang, panjang akar, atau berat biomassa. Tumbuhan mengalami pertumbuhan secara terus-menerus sepanjang hidupnya (kecuali saat masa dormansi) karena adanya jaringan meristem yang aktif membelah (Urry *et al.*, 2020).



Gambar 1. Pertumbuhan Tumbuhan
Sumber : Istock



Gambar 2. Perkembangan Tumbuhan
Sumber : Istock

Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya ukuran makhluk hidup yang bersifat irreversible (tidak dapat kembali ke bentuk semula) serta dapat diukur secara kuantitatif, misalnya melalui tinggi batang, panjang akar, atau berat biomassa. Tumbuhan mengalami pertumbuhan secara terus-menerus sepanjang hidupnya (kecuali saat masa dormansi) karena adanya jaringan meristem yang aktif membelah (Urry *et al.*, 2020).

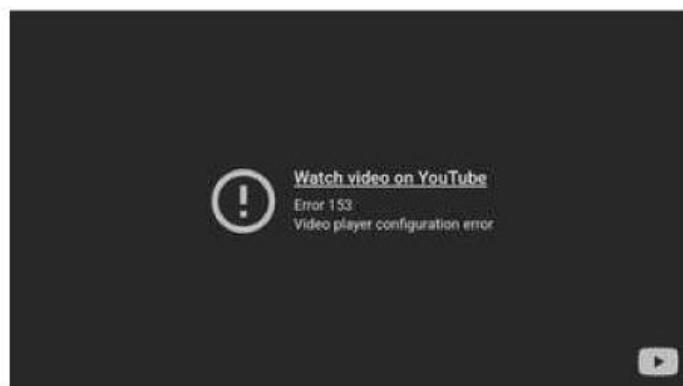
Perkembangan dan pertumbuhan tumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor yakni faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam tumbuhan. Faktor internal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan meliputi faktor keturunan (gen) dan zat pengatur tumbuh (hormon). Pada tumbuhan, gen berperan penting dalam menentukan karakteristik morfologis seperti bentuk batang dan daun, warna bunga, serta cita rasa buah. Hormon pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, juga disebut fitohormon, adalah senyawa organik yang mengatur berbagai proses fisiologis seperti pembelahan dan pemanjangan sel, pembungaan, pematangan buah, dan respons terhadap lingkungan. Menurut Sumbaga (2020), terdapat lima kelompok utama ZPT yang dikenal, yaitu auksin, giberelin, sitokinin, asam absisat, dan etilen. Kelima hormon tersebut memiliki fungsi dan mekanisme kerja yang berbeda-beda.



Prinsip Pembelajaran : Pembelajaran Berkesadaran

Indikator Berpikir Kritis : Interpretasi

Yuk, *BioMates!* Simak video di bawah ini untuk memahami materi tentang faktor internal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dengan lebih mudah. *BioMates* bisa langsung klik thumbnail *YouTube* di bawah ini untuk menonton.



Sumber : Biologi Tv

Setelah *BioMates* membaca materi dan menyimak video tentang faktor internal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, lengkapi tabel di bawah ini untuk mengukur pemahaman *BioMates* mengenai berbagai jenis hormon tumbuhan.

Hormon	Deskripsi	Fungsi



Prinsip Pembelajaran : Pembelajaran Berkesadaran

Pada bagian ini, *BioMates* disajikan sebuah artikel tentang fenomena yang berkaitan dengan faktor internal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Silakan *BioMates* membaca dengan cermat, memahami isi artikel, lalu mengidentifikasi fenomena ilmiah yang terjadi di dalamnya.

Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) sebagai Alternatif

Alami untuk Mempercepat Pematangan Buah



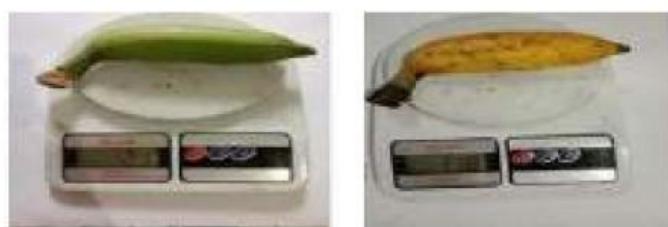
Tahukah kamu daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dapat mempercepat pematangan buah ?

Gambar 3. Daun Lamtoro

Sumber : Kompas

Apakah kamu tahu bahwa daun lamtoro, tanaman yang sering tumbuh liar di sekitar ladang atau pinggir jalan, ternyata menyimpan manfaat luar biasa? Selain digunakan sebagai pakan ternak atau peneduh tanah, daun lamtoro juga mampu menghasilkan gas etilen alami, yaitu hormon tumbuhan yang berperan penting dalam proses pematangan buah. Gas etilen bekerja dengan merangsang enzim pada buah untuk menguraikan klorofil (zat hijau daun) sehingga kulit buah berubah warna menjadi kuning, teksturnya menjadi lebih lunak, dan rasanya semakin manis. Karena itu, banyak peneliti tertarik memanfaatkan bahan alami seperti daun lamtoro untuk menggantikan bahan kimia seperti karbit (kalsium karbida) yang berbahaya bagi kesehatan.

Penelitian yang dilakukan oleh Kanaya *et al.* (2021) menguji pengaruh etilen alami dari daun lamtoro terhadap pematangan buah pisang jantan (*Musa acuminata*). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa daun lamtoro memang menghasilkan etilen alami, yang dapat membantu mempercepat proses pematangan buah yang dibuktikan dengan perubahan warna kulit pisang. Berikut merupakan hasil pengamatan pengaruh daun lamtoro untuk mempercepat pematangan buah.

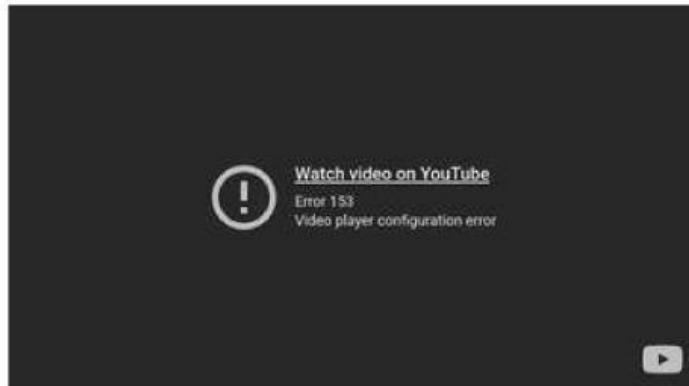


Gambar 4. Perubahan Warna Buah Pisang setelah Pemeraman (Kanaya *et al.*, 2021)



Prinsip Pembelajaran : Pembelajaran Berkesadaran

Lalu bagaimana mekanisme daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dapat mempercepat pematangan buah ?



Sumber : 7activestudio

Daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dapat digunakan untuk mempercepat pematangan buah karena kemampuannya meningkatkan konsentrasi gas etilen di sekitar buah. Gas etilen ini merangsang buah climacteric, seperti pisang, mangga, dan pepaya, untuk memproduksi etilen secara lebih banyak. Etilen kemudian mengaktifkan enzim-enzim pematangan, seperti amilase yang mengubah pati menjadi gula, pektinase yang melunakkan daging buah, dan klorofilase yang memecah klorofil sehingga warna buah berubah menjadi lebih kuning atau oranye. Aktivitas enzim ini juga memicu terbentuknya senyawa volatil yang menghasilkan aroma khas buah matang. Dengan mekanisme ini, buah yang disimpan bersama daun lamtoro akan matang lebih cepat secara alami, dengan perubahan rasa, tekstur, warna, dan aroma yang lebih optimal.

Indikator Berpikir Kritis : Interpretasi

Setelah *BioMates* membaca artikel di atas, sekarang diskusikan bersama kelompok pertanyaan berikut: Fenomena apa yang sedang dijelaskan dalam artikel tersebut? dan faktor internal apa yang berperan dalam fenomena tersebut?



Pembelajaran Bermakna dan Pembelajaran Menggembirakan

Indikator Berpikir Kritis : Inferensi

Untuk memperdalam pemahaman mengenai faktor internal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, *BioMates* diminta untuk merancang sebuah percobaan pemeraman buah dengan menggunakan daun lamtoro dan karbit. Adapun parameter yang akan *BioMates* gunakan dalam percobaan ini meliputi warna, tekstur, dan rasa.

Pilihlah salah satu buah di bawah ini yang akan *BioMates* gunakan dalam percobaan.

- Pisang
- Mangga
- Pepaya

Buatlah judul percobaan yang *BioMates* lakukan!

Buatlah rumusan masalah pada dari percobaan yang *BioMates* lakukan!

Buatlah hipotesis dari percobaan yang *BioMates* lakukan!

H0 :

H1 :

Buatlah variabel penelitian dari percobaan yang *BioMates* lakukan!

Variabel bebas :

Variabel terikat :

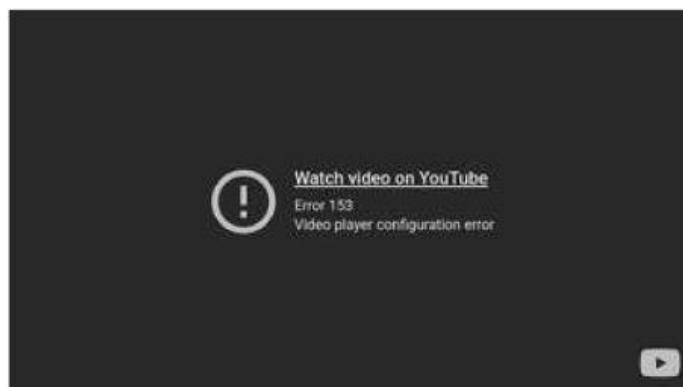
Variabel manipulasi :



Pembelajaran Bermakna dan Pembelajaran Menggembirakan

Indikator Berpikir Kritis : Inferensi

Setelah *BioMates* merumuskan masalah, menyusun hipotesis, dan menentukan variabel, sekarang saatnya *BioMates* melakukan percobaan berikut untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang telah dibuat.



BioMates saat menyimak video di samping iuntuk mengetahui alat dan bahan serta langkah-langkah pemeraman buah. *BioMates* bisa langsung klik thumbnail YouTube di saming ini untuk menonton.

Sumber : Heru Sutrisno channel

Setelah menyimak video pemeraman buah di atas, kini saatnya *BioMates* mencari dan mengenali alat serta bahan yang digunakan pada kegiatan pemeraman buah. Bukalah game *Wordwall* yang telah disediakan, kemudian temukan alat dan bahan yang digunakan pada praktikum pemeraman buah. Setelah selesai, tuliskan hasil temuanmu pada kolom yang tersedia di bawah ini!

Alat bahan 1

Enter your name:

Name...

Remember me?

Start

Powered by Wordwall

 [Link Game Wordwall](#)

Alat / Bahan	Jumlah



Pembelajaran Bermakna dan Pembelajaran Menggembirakan

Indikator Berpikir Kritis : Inferensi

Selanjutnya *BioMates* akan melakukan percobaan untuk mengetahui pemeraman buah terhadap pertumbuhan kecambah. Namun, langkah-langkah praktikum tidak ditulis langsung di sini! *BioMates* harus mengurutkannya melalui permainan *Wordwall* interaktif berikut.

Langkah-langkah 1

Enter your name:

Name...

Remember me?

Start

Powered by Wordwall

[Link Game Wordwall](#)

Setelah *BioMates* menemukan urutan yang benar, *BioMates* harus menuliskan hasilnya di kolom berikut.



Pembelajaran Bermakna dan Pembelajaran Menggembirakan

Indikator Berpikir Kritis : Inferensi

Setelah melakukan percobaan pemeraman buah menggunakan daun lamtoro dan karbit, tuliskan hasil data observasi *BioMates* selama 5 hari pada tabel berikut!

Warna		
Hari Ke-	Kardus A	Kardus B

Tekstur

Hari Ke-	Kardus A	Kardus B