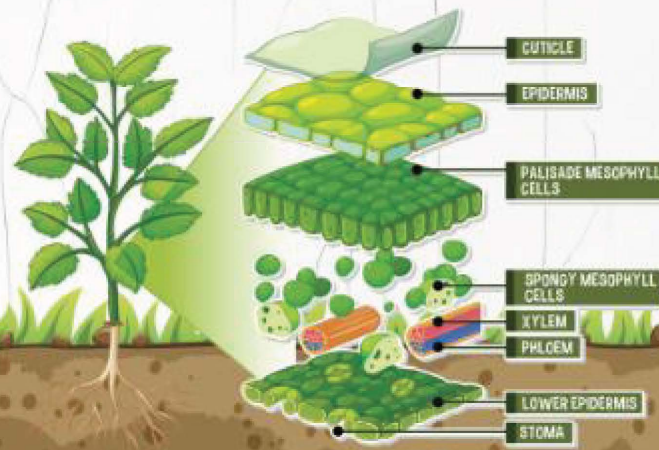


Pembelajaran Anatomi & Fisiologi Tumbuhan

Berbasis Pendekatan Etno-STEM



Pembelajaran Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno-STEM adalah suatu metode pengajaran yang menggabungkan studi struktur dan fungsi tumbuhan dengan nilai-nilai budaya lokal serta pendekatan integratif dari bidang Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika (STEM). Dalam konteks ini, mahasiswa tidak hanya belajar tentang jaringan dan organ tumbuhan, tetapi juga memahami bagaimana masyarakat tradisional memanfaatkan tumbuhan tersebut dalam kehidupan sehari-hari, seperti dalam pengobatan, makanan, atau upacara adat.

Pendekatan etno-STEM menempatkan kearifan lokal sebagai sumber belajar yang kontekstual dan relevan, sehingga mahasiswa dapat melihat keterkaitan antara ilmu pengetahuan modern dan budaya yang berkembang di lingkungan mereka. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih bermakna karena dapat menghubungkan konsep-konsep biologi tumbuhan dengan praktik nyata dalam masyarakat.

Selain memperkuat pemahaman ilmiah, pendekatan ini juga mendorong pelestarian budaya lokal dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta pemecahan masalah. Melalui etno-STEM, mahasiswa sebagai calon pendidik dapat merancang proyek-proyek pembelajaran yang melibatkan eksplorasi lingkungan sekitar, observasi langsung tumbuhan lokal, hingga pembuatan produk berbasis pengetahuan tumbuhan. Dengan cara ini, mahasiswa dibekali tidak hanya dengan pengetahuan akademik, tetapi juga sikap apresiatif terhadap budaya dan lingkungan.

Dr. Rinto, M.Pd, dkk.

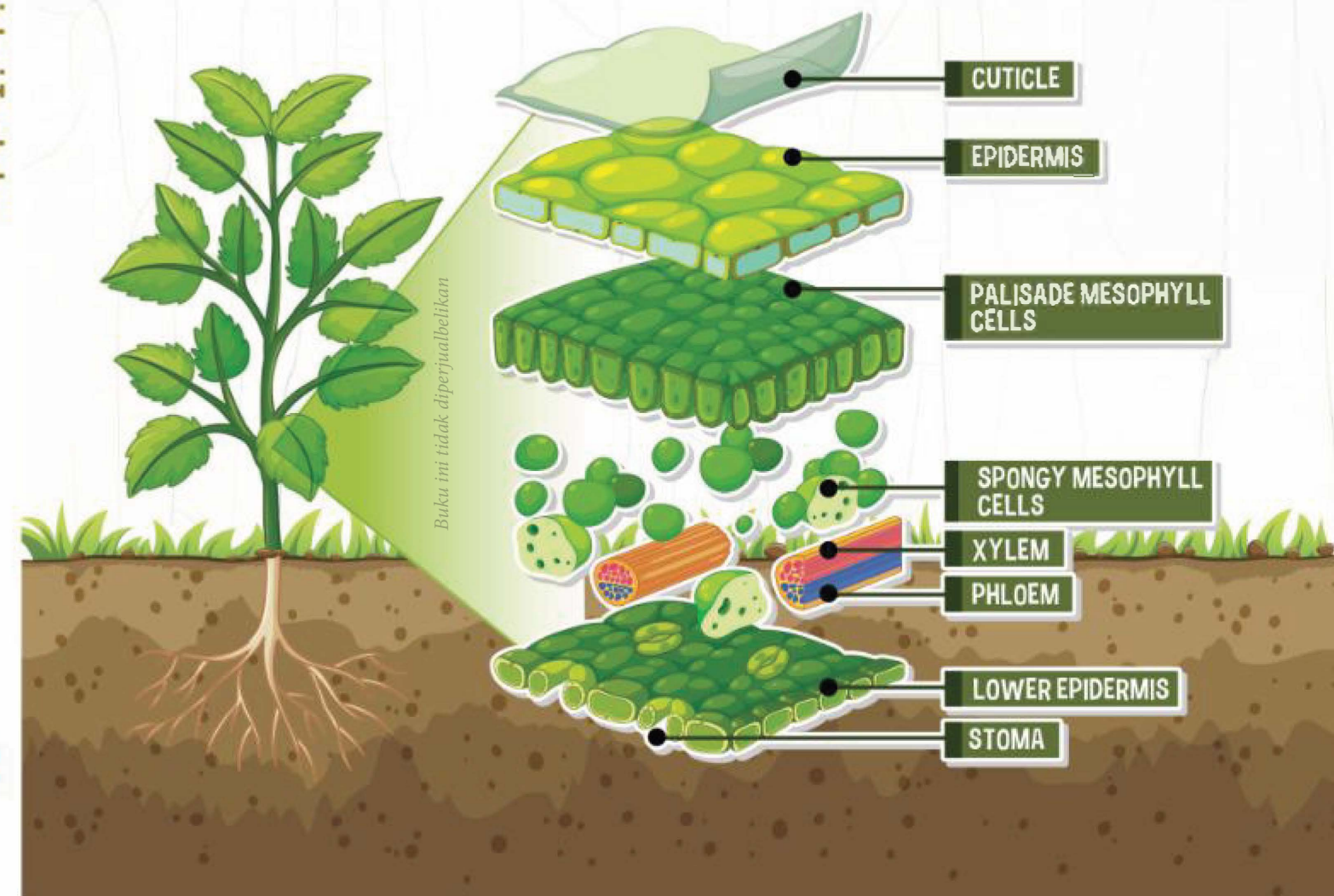
Pembelajaran
Anatomi & Fisiologi Tumbuhan

Dr. Rinto, M.Pd.
Nurwanti Fatmah, M.Si.
Norma Bastian, M.Pd.
Dr. Dewi Nurdiyanti, SST., M.Pd.



Pembelajaran Anatomi & Fisiologi Tumbuhan

Berbasis Pendekatan Etno-STEM



Pembelajaran
Anatomi &
Fisiologi Tumbuhan

Berbasis Pendekatan Etno-STEM

Dr. Rinto, M.Pd.
Nurwanti Fatmah, M.Si.
Norma Bastian, M.Pd.
Dr. Dewi Nurdiyanti, SST., M.Pd.



PEMBELAJARAN ANATOMI DAN FISILOGI TUMBUHAN
BERBASIS PENDEKATAN Etno-STEM

Ditulis oleh:

Dr. Rinto, M.Pd.
Norma Bastian, M.Pd.
Dr. Dewi Nurdyanti, S.Si., M.Pd.
Nurwanti Fatnah, M.Si.

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh

PT Literasi Nusantara Abadi Grup
Perumahan Puncak Joyo Agung Residence Blok B11 Merjosari
Kecamatan Lowokwaru Kota Malang 65144
Telp : +6285887254603, +6285841411519
Email: literasinusantaraofficial@gmail.com
Web: www.penerbitlitnus.co.id
Anggota IKAPI No. 340/JTI/2022



Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip
atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku
dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan I, April 2025

Editor:

Leo Muhammad Taufik, M.Pd. | Fitri Aprianti, M.Pd. | Dila Charisma, M.Pd.
Dr. Fikriyah, M.Ag. | Dilla Deliya Novita, S.Pd., Gr. | Dinah Fauziyyah, S.Pd., Gr.

Perancang sampul: Hasanuddin
Penata letak: Noufal Fahriza

ISBN : 978-634-206-972-1

xii + 176 hlm.; 15,5x23 cm.

©April 2025



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kemudahan sehingga kami dapat menyelesaikan modul ini dengan tepat waktu. Tanpa pertolongan-Nya tentunya kami tidak akan sanggup untuk menyelesaikan modul ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang kita nanti-nantikan syafa'atnya diakhirat nanti.

Kami mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan nikmat sehat-nya, baik itu berupa sehat fisik maupun akal pikiran, sehingga kami mampu untuk menyelesaikan pembuatan modul yang berjudul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno-STEM”. Melalui modul ini diharapkan mampu memberikan wawasan dan informasi mengenai pemanfaatan tumbuhan-tumbuhan di Ciayumajakuning (Cirebon, Indramayu, Majalengka, dan Kuningan).

Kami sangat menyadari bahwa modul ini masih jauh dari kata sempurna karena masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan di dalamnya. Untuk itu, kami mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk modul ini. Kami juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang mendukung atas tersusunnya modul ini.

Cirebon, Agustus 2024

Penyusun



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi.....	V

ANATOMI DAN FISILOGI TUMBUHAN..... 1

A. Pengertian Anatomi Tumbuhan.....	1
B. Pengertian Fisiologi Tumbuhan	2
C. Manfaat Anatomi dan Fsiologi Tumbuhan	3

IMPLEMENTASI PENDEKATAN ETNO-STEM..... 5

A. Pengertian Etno-STEM.....	5
B. Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan Etno-STEM.....	8

BAB 1

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI ORGANEL SEL TUMBUHAN BERBASIS ETNO- STEM DENGAN TEMA SIWANG (TERASI BAWANG) KHAS INDRAMAYU DAN CIREBON.... 9

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan.....	11
B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (<i>Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno- Mathematics</i>).....	15
Lembar Kerja Mahasiswa	19

BAB 2

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN BERBASIS ETNO- STEM DENGAN TEMA DAUN JATI SEBAGAI PEMBUNGKUS SEGA JAMBLANG KHAS CIREBON 23

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan..... 24
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-
Mathematics*)..... 29
- Lembar Kerja Mahasiswa 33

BAB 3

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI AKAR MONOKOTIL DAN DIKOTIL BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA PEMANFAATAN UMBI AKAR SINGKONG SEBAGAI KERIPIK GEMBLONG KHAS KUNINGAN..... 37

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan..... 38
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-
Mathematics*)..... 40
- Lembar Kerja Mahasiswa 44

BAB 4

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI BATANG TUMBUHAN MONOKOTIL DAN DIKOTIL BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA KERIPIK SUKUN CAMILAN KHAS MAJALENGKA.....47

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan..... 48
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-
Mathematics*)..... 51
- Lembar Kerja Mahasiswa 55

BAB 5

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI DAUN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA KERIPIK BAYAM CAMILAN RENYAH KHAS MAJALENGKA.....59

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan..... 60
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-
Mathematics*)..... 63
- Lembar Kerja Mahasiswa 66

BAB 6

PEMBELAJARAN AIR DAN ZAT HARA BAGI TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA TEMPE KHAS MAJALENGKA69

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan..... 70
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-
Mathematics*)..... 72
- Lembar Kerja Mahasiswa 76

BAB 7

PEMBELAJARAN TRANSPORTASI AIR PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA NATA DE COCO KHAS KOTA KUNINGAN 79

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan..... 80
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-
Mathematics*)..... 81
- Lembar Kerja Mahasiswa 89

BAB 8

PEMBELAJARAN FOTOSINTESIS PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA DODOL MANGGA KHAS KOTA INDRAMAYU 93

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan..... 94
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-
Mathematics*)..... 95
- Lembar Kerja Mahasiswa 101

BAB 9

PEMBELAJARAN RESPIRASI PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA GEHU KHAS KOTA CIREBON 105

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan... 106
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-
Mathematics*)..... 110
- Lembar Kerja Mahasiswa 114

BAB 10

PEMBELAJARAN METABOLISME NITROGEN PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA KACANG UMPET KHAS KOTA KUNINGAN 117

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan... 118
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)..... 120
- Lembar Kerja Mahasiswa 124

BAB 11

PEMBELAJARAN METABOLISME SULFUR PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA SNACK KACANG POLONG KHAS KOTA KUNINGAN 127

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan... 128
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)..... 130
- Lembar Kerja Mahasiswa 134

BAB 12

PEMBELAJARAN ENZIM DAN HORMON PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA SAMBAL TOMAT TERASI PEDAS KHAS CIREBON137

- A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan... 138
- B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM
(*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-
Mathematics*)..... 141
- Lembar Kerja Mahasiswa 145

Daftar Pustaka..... 149

Lampiran..... 153



ANATOMI DAN FISILOGI TUMBUHAN

A. Pengertian Anatomi Tumbuhan

Anatomi tumbuhan merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari mengenai struktur dalam tumbuhan yang kompleks beserta fungsinya (Guvenc, 2011). Salah satu fungsi dasar ilmu anatomi yaitu menghasilkan karakter yang dijadikan dasar taksonomi dalam menempatkan tumbuhan pada suatu tingkat takson tertentu baik tingkat suku, marga maupun spesies (Nugroho dkk., 2006)

Anatomi Tumbuhan adalah melihat keseluruhan fisik sebagai bagian-bagian yang secara fungsional berbeda. Anatomi tumbuhan biasanya dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan hierarki dalam kehidupan:

1. Organologi, mempelajari struktur dan fungsi organ berdasarkan jaringan-jaringan penyusunnya.
2. Histologi, mempelajari struktur dan fungsi berbagai jaringan berdasarkan bentuk dan peran sel penyusunnya
3. Sitologi, mempelajari struktur dan fungsi sel serta organel-organel didalamnya, proses kehidupan dalam sel, serta hubungan antara satu sel dengan sel yang lainnya. Sitologi dikenal sebagai Biologi Sel

B. Pengertian Fisiologi Tumbuhan

Fisiologi berasal dari bahasa latin, *physis* berarti alam (nature) dan *logos* berarti ilmu. Jadi dapat di artikan bahwa Fisiologi tumbuhan merupakan salah satu cabang biologi yang mempelajari tentang proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan yang menyebabkan tumbuhan tersebut dapat hidup. Laju proses metabolisme ini di pengaruhi oleh (dapat tergantung pada) faktor-faktor lingkungan mikro di sekitar tumbuhan tersebut. Fisiologi tumbuhan juga merupakan ilmu yang mempelajari tentang proses, fungsi, dan aktivitas tumbuhan dalam menjaga dan mengatur kehidupannya (Lakitan, 2001)

Fisiologi tumbuhan adalah cabang botani yang mempelajari bekerjanya sistem kehidupan didalam tumbuhan dan tanggapan terhadap pengaruh lingkungan sekitarnya. Fisiologi tumbuhan menggabungkan aspek fisika, kimiawi, dan biologi. Dari fisiologi tumbuhan lahirlah cabang-cabang campuran biologi, seperti biokimia dan biofisika. Fisika juga sangat mempengaruhi perkembangan genetika.

Objek kajian dalam fisiologi tumbuhan adalah fisika sel dan biofisika organ, fotosintesis, transportasi hara dan hasil metabolisme, regulasi pertumbuhan dan perkembangan, serta mekanisme respon terhadap rangsangan lingkungan. Fisiologi tumbuhan diterapkan dalam pertanian untuk meningkatkan nilai produk hasil bumi. Beberapa contoh hasil kajian fisiologi yang diterapkan dipertanian adalah teknologi pemberian pupuk kimia untuk meningkatkan hasil dan penggunaan zat pengatur tumbuh untuk merangsang keserempakan pembungaan. Hasil penelitian dibidang fisiologi juga dapat dipakai untuk mendukung program pemuliaan tanaman, misalnya dalam merakit kultivar yang tahan kekeringan.

Fisiologi tumbuhan merupakan ilmu yang membahas proses-proses yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan pada tingkatan molekuler dan seluler (Salisbury, 1991). Dengan mempelajari fisiologi

tumbuhan, kita akan lebih dapat memahami bagaimana sinar matahari dapat di manfaatkan oleh tumbuhan untuk menghasilkan karbohidrat dari bahan baku anorganik berupa air dan karbondioksida, lalu mengapa tumbuhan membutuhkan air, bagaimana biji berkecambah, mengapa tumbuhan layu ketika kekeringan, dan berbagai macam gejala lainnya yang di tampilkan oleh tumbuhan.

C. Manfaat Anatomi dan Fsiologi Tumbuhan

Berikut manfaat Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan dalam bidang ilmu pengetahuan:

1. Berfungsi sebagai pedoman manusia dalam memenuhi kebutuhan melalui tanaman. Anatomi dan Fisiologi tumbuhan membantu manusia terutama dalam bidang obat-obatan. Mengapa? Karena tubuh manusia yang sedang sakit tidak melulu harus mengonsumsi bahan kimia sebagai sumber penyembuh dan penawar penyakit. Tumbuhan yang merupakan bahan alami, memiliki banyak khasiat baik bagi tubuh manusia terutama sebagai obat-obatan. Fisiologi tumbuhan membantu para ilmuwan untuk membedakan tumbuhan mana saja yang dapat dijadikan obat dan mana yang bukan.
2. Sebagai pedoman dalam menciptakan variasi baru olahan tanaman, seperti makanan, minuman maupun bahan kosmetik. Bahan alami dipercaya dapat membuat tubuh manusia menjadi lebih baik lagi karena kandungan yang ada dalam tiap tanaman memiliki fungsi yang baik bagi organ tubuh manusia. Ilmu pengetahuan yang senantiasa berevolusi mengharuskan manusia untuk selalu mengembangkan apa yang sudah ada menjadi sesuatu yang lebih baik lagi.

IMPLEMENTASI PENDEKATAN ETNO-STEM

A. Pengertian Etno-STEM

Pendekatan STEM (Sains, Teknologi, Engenering dan Matematik), sudah lama berkembang di Dunia. Pendekatan STEM yang bersifat holistik dari empat disiplin ilmu memberikan potensi besar menghasilkan kualitas pembelajaran lebih baik. STEM membangun motivasi mahasiswa untuk terampil dalam merancang, mengembangkan, dan memanfaatkan teknologi, serta menerapkan secara terintegrasi dalam memecahkan masalah (Kapila, 2014).

Pendekatan STEM dapat membantu mahasiswa untuk mendapatkan pengalaman dalam penguasaan teknik untuk mengobservasi, mengumpulkan dan menganalisis data sehingga program STEM sangat sesuai digunakan untuk mengembangkan kemampuan keterampilan abad ke-21. Langkah-langkah ppraktis STEM dalam *pembelajaran the Common Core State Standards for Mathematics and Scientific and Engineering Practice in the Next Generation Science Standar* yang dibedakan menjadi 2 yaitu *Mathematical Practice* dan *Scintific and Engineering Practices*. Bagian -bagian yang digunakan pada *Mathematical Practice* adalah:

1. Memahami masalah dan bertahan dalam menyelesaikannya
2. Mengungkapkan alasan secara abstrak dan kuantitatif
3. Membangun argumen yang layak dan mnrima kritik serta alasan dari orang lain
4. Menerapkan berbagai model Matematika

5. Menggunakan alat dan strategi yang tepat
6. Menghadirkan presisi/keseimbangan
7. Mencari dan memanfaatkan secara terstruktur
8. Mencari dan mengekspresikan keteraturan dalam penalaran berulang.

Bagian-bagian yang diterapkan pada Scientific and Engineering Practices adalah:

1. Mengajukan pertanyaan dan menemukan masalah
2. Mengembangkan dan menggunakan model
3. Merencanakan dan melaksanakan investigasi
4. Menganalisis dan menginterpretasikan data
5. Menggunakan matematika dan komputasi dalam berfikir
6. Membuat desain solusi
7. Melibatkan argumen/ pendapat dalam bukti penelitian
8. Memperoleh, mengevaluasi dan berkomunikasi dalam pertukaran informasi.

Menurut Rush (2010), terdapat beberapa langkah-langkah dalam proses pembelajaran yang menerapkan pendekatan Etno STEM sebagai berikut.

1. Refleksi (*Reflection*)
Tahap ini bertujuan untuk membawa mahasiswa ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada mahasiswa agar segera memulai untuk menyelidiki dan menginvestigasi. Fase ini juga dimaksudkan untuk menghubungkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari oleh mahasiswa.
2. Meneliti (*Research*)
Pada tahap ini adalah bentuk penelitian mahasiswa yaitu guru memberikan pembelajaran berupa sains, memilih bacaan atau cara lain untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan. Proses belajar lebih banyak terjadi selama tahap ini, sehingga

kemajuan belajar mahasiswa dapat mempermudah pemahaman abstrak dari masalah. Selama pada fase meneliti (*research*) dosen lebih sering membimbing mahasiswa untuk berdiskusi dalam menentukan apakah siswa telah mengembangkan pemahaman konseptual dan relevan berdasarkan proyek. Pada tahap meneliti, mahasiswa lebih fokus mencari sesuatu yang baru, mencari sesuatu dibelakang kejadian, fenomena atau mencari suatu penyelesaian masalah.

3. Menemukan (*Discovery*)

Tahap ini merupakan penemuan yang umumnya melibatkan proses menjembatani tahap meneliti (*research*) dan informasi yang diketahui dalam penyusunan proyek, ketika mahasiswa mulai belajar mandiri dan menentukan apa yang belum diketahuinya.

4. Pengaplikasian (*Application*)

Tahap aplikasi ini bertujuan untuk menguji hasil produk dan solusi dalam memecahkan suatu masalah. Dalam beberapa kasus, mahasiswa menguji produk yang dibuat dari ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya, sehingga hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk memperbaiki segala kekurangan saat menguji produk.

5. Penyampaian (*Communication*)

Tahap penyampaian ini merupakan tahap akhir dalam setiap proyek dalam membuat produk atau solusi dengan mengkomunikasikan antar teman maupun lingkup kelas. Presentasi merupakan langkah penting dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi maupun kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang saling berkaitan (konstruktif).

B. Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan Etno-STEM

Penerapan pembelajaran Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan yang berbasis Pendekatan Etno-STEM memiliki kelebihan dan kekurangan, menurut Mulyani (2019) kelebihan dari pendekatan Etno STEM diantaranya:

1. Menumbuhkan pemahaman tentang hubungan antara prinsip, konsep, dan keahlian suatu disiplin ilmu tertentu.
2. Membangkitkan rasa ingin tahu siswa dan mengaktifkan imajinasi kreatif dan berpikir kritis.
3. Membantu siswa untuk memahami dan bereksperimen dengan proses ilmiah.
4. Mendorong kolaborasi pemecahan masalah dan saling ketergantungan dalam kerja kelompok. Membangun pengetahuan aktif dan ingatan melalui pembelajaran mandiri.
5. Mengembangkan hubungan antara berpikir, bertindak dan belajar.
6. Mengembangkan kemampuan siswa untuk menerapkan ilmu yang telah dipelajarinya.

Menurut Siregar (2013), kekurangan dalam penerapan pendekatan Etno STEM adalah sebagai berikut:

1. Membutuhkan waktu yang lama untuk menyelesaikan masalah.
2. Mahasiswa yang lemah dalam eksperimen dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan.
3. Ada kemungkinan peserta didik yang kurang aktif dalam kerja kelompok.
4. Jika topik setiap kelompok berbeda, mahasiswa mungkin tidak dapat memahami topik secara keseluruhan.



BAB 1

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI ORGANEL SEL TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA SIWANG (TERASI BAWANG) KHAS INDRAMAYU DAN CIREBON

Siwang merupakan makanan khas Indramayu dan Cirebon yang terbuat dari terasi dan bawang merah. Bawang merah dan terasi disangrai kemudian digabungkan untuk menghasilkan siwang yang memiliki aroma yang kuat. Kabupaten Indramayu telah lama terkenal dengan produksi bawang merahnya yang melimpah. Sedangkan daerah Cirebon terkenal dengan produksi terasinya yang melimpah. Sehingga masyarakat memanfaatkan bawang merah dan terasi tersebut untuk diolah menjadi produk makanan, yaitu dengan dibuat siwang atau terasi bawang. Siwang biasa dijadikan teman nasi oleh masyarakat di daerah Indramayu dan Cirebon. Selain itu, pada pembuatan siwang juga biasanya ditambahkan cabai untuk menambah cita rasa siwang. Siwang memiliki bawang dasar bawang

merah (*Allium cepa*), sel-sel yang terdapat pada bawang merah berkaitan dengan pembahasan materi pada bab ini.



Gambar 1. Siwang

Sumber: <https://img.lazcdn.com>

Sel-sel yang terdapat pada tumbuhan memiliki bentuk dan fungsi yang khusus. Pada sel-sel epidermis bawang merah (*Allium cepa*) dapat ditemukan organel-organel penyusun sebuah sel. Pada pengamatan sel epidermis bawang merah menggunakan mikroskop dapat terlihat bahwa sel epidermis bawang memiliki struktur sel, antara lain membran sel, sitoplasma, dan organel seperti nukleus, retikulum endoplasma, aparatus golgi, mitokondria, dan sitoskeleton (Adinugraha & Adisti, 2021). Bawang merah merupakan tumbuhan yang sering digunakan dalam bahan pangan. Bawang merah memiliki umbi disebut umbi lapis (bulb) yang merupakan pelepah daun yang berdaging serta saling bertumbukan. Wujudnya berupa umbi yang dapat dimakan mentah, untuk bumbu masak, acar, obat tradisional, dan lain-lain.

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Struktur Sel Tumbuhan dan Fungsi Organel Sel

Sel merupakan unit dasar suatu organisme. Istilah *cellula* atau sel pertama kali digunakan oleh Robert Hooke pada tahun 1665. Ia memberikan istilah tersebut untuk ruang kecil yang dibatasi oleh dinding yang dilihatnya pada sel gabus. Kemudian ia mengamati jaringan tumbuhan yang lain dan melihat bahwa sel-selnya memiliki cairan. Penelitian mengenai sel terus berkembang sampai sekarang. Menurut Mulyani (2006) Komponen utama sel tumbuhan atau struktur sel tumbuhan terdiri dari dinding sel, sitoplasma dan inti. Di dalam sitoplasma terdiri dari retikulum endoplasma, badan golgi, mitokondria, plastida, ribosom, mikrotubula, dan vakuola.

1. Dinding Sel

Dinding sel merupakan organel terluar sel yang melapisi membran sel dan memiliki tekstur yang kaku. Dinding sel terdiri atas polimer karbohidrat yaitu selulosa, hemiselulosa dan pektin. Dinding sel dibentuk oleh diktiosom. Dinding sel pada tumbuhan memiliki ukuran ketebalan 0,1 μm . Dinding sel tumbuhan mempunyai kekuatan daya tarik yang cukup tinggi dalam menahan tekanan osmosis yang dihasilkan dari perbedaan konsentrasi zat terlarut antara sel interior dan air di bagian ekstraseluler. Terdapat beberapa fungsi dinding sel bagi tumbuhan yaitu memberi bentuk pada sel, membantu pengangkutan substansi yang melewatinya, sebagai turgiditas dan mencegah pecahnya protoplasma karena terlalu banyak menyerap air, serta mencegah masuknya mikroorganisme ke dalam sel (Ramdhini, dkk, 2021).

2. Sitoplasma

Sitoplasma merupakan cairan kental yang transparan pada cahaya tampak. Cairan sitoplasma merupakan bahan kimia penting

dan tempat berlangsungnya metabolisme. Cairan tersebut memenuhi rongga antara selaput sel dan nukleus. Komponen utama sitoplasma adalah air yaitu sekitar 85% hingga 90%. Pada sel hidup, sitoplasma selalu bergerak, dan dapat diamati dengan gerakan organel sel seperti kloroplas (Hasanuddin dalam Ramdhini 2021).

a. Inti

Inti sel hampir ditemui di semua sel tumbuhan tingkat tinggi. Inti biasanya berbentuk bulat, dibungkus suatu selaput, dan berisi cairan inti (nukleoplasma). Di dalam inti terdapat anak inti yang berbentuk butiran dan serabut yang tidak dibatasi oleh selaput. Anak inti berisi RNA, DNA, dan protein. Fungsi inti sel adalah membawa informasi untuk protein sel dalam DNA, mengorganisasikan gen saat terjadi pembelahan sel, memproduksi sel mRNA untuk mengkodekan protein, dan sebagai tempat sintesis ribosom.

b. Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma merupakan perluasan selubung nukleus yang terdiri dari jaringan (reticulum= jaring kecil) saluran bermembran dan vesikel yang saling terhubung (Irdalisa, 2021). Pada sel tumbuhan terdapat dua macam retikulum endoplasma, yaitu retikulum endoplasma kasar dan halus. Retikulum endoplasma kasar, terbentuk dari tubulus, vesikel dan cisternae (kantong berlapis) dan berfungsi sebagai tempat sintesis protein. Pada retikulum endoplasma kasar terdapat ribuan bintik- bintik yaitu ribosom. Sedangkan retikulum endoplasma halus tidak diselimuti ribosom. Retikulum endoplasma halus berperan dalam metabolisme yang meliputi sintesis lipid, hormon steroid, detoksifikasi metabolit yang berbahaya, dan metabolisme kalsium di dalam sel. Secara umum retikulum endoplasma berfungsi dalam sintesis protein, transport intrasel, pembentukan material dinding sel, dan sekresi

sel. Dalam menjalankan fungsinya, retikulum endoplasma bekerja sama dengan kompleks golgi.

c. Badan Golgi

Badan golgi sering disebut juga aparatus golgi atau kompleks golgi atau diktiosom. Badan golgi merupakan tumpukan lempeng sisterna yang pipih. Badan golgi memiliki bentuk yang mirip dengan retikulum endoplasma, hanya saja badan golgi berlapis-lapis ruangan yang juga ditutupi oleh membran. Badan golgi memiliki dua permukaan yaitu permukaan cis dan trans. Permukaan cis berperan menerima vesikula dari retikulum endoplasma, vesikula tersebut akan diserap ke ruangan-ruangan di dalam badan golgi. Sedangkan permukaan trans merupakan permukaan pembentukan dan pelepasan vesikula. Badan golgi memiliki beberapa fungsi yaitu berperan dalam proses sintesis dan sekresi, sebagai tempat memodifikasi protein, dan sebagai transpor lipid.

d. Mitokondria

Mitokondria merupakan organel sel tempat berlangsungnya respirasi seluler, yaitu suatu proses kimiawi yang memberi energipada sel. Struktur mitokondria terdiri dari membran luar, membran dalam, ruang antar membran, dan matriks yang terletak di bagian dalam membran, ribosom, krista, oksisom, inklusi dan DNA mitokondria. Mitokondria terdapat pada sel yang memiliki aktivitas metabolisme yang tinggi dan memerlukan banyak ATP dalam jumlah banyak. Membran dalam mitokondria bentuknya berlipat yang dikenal dengan istilah krista, dan banyak terdapat enzim-enzim yang berperan dalam respirasi sel. Mitokondria berbentuk oval, memanjang, bulat memanjang dan atau berlekuk dengan ukuran diameter 0,5- 1,0 μm , dan panjang 3 μm . Fungsi mitokondria adalah sebagai tempat respirasi

sel dan pembentukan energi (ATP) (Hasanuddin dalam Ramdhini, 2021).

e. Plastida

Plastida merupakan salah satu organel yang terdapat pada sel tumbuhan yang sangat berperan penting dalam proses fotosintesis. Plastida dibentuk oleh dua lapis membran yaitu membran luar dan membran dalam. Membran dalam terdiri atas kantung tilakoid yaitu kantung yang mengandung klorofil, grana yaitu tumpukan kantung tilakoid, tilakoid grana yang merupakan penghubung antar grana dan stroma yaitu ruang antar lamela yang menghubungkan grana. Plastida pada sel tumbuhan terdiri atas kromoplas, kloroplas, dan leukoplas. Kromoplas adalah plastida yang menghasilkan warna selain hijau. Kromoplas mengandung pigmen karotin (kuning), fikodanin (biru), fikosantin (kuning), dan fikoeritrin (merah). Sedangkan kromoplas yang mengandung banyak klorofil disebut dengan kloroplas. Kloroplas berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis.

f. Ribosom

Ribosom merupakan komponen sel berukuran kecil dan padat yang tersusun dari protein (protein histon) dan RNA. Ribosom termasuk organel yang tidak memiliki membran. Ribosom terdapat bebas di dalam sitoplasma dan melekat pada retikulum endoplasma dan berukuran lebih kecil dari mitokondria. Fungsi ribosom adalah sebagai tempat sel membuat protein (sintesis protein). Sel yang memiliki laju sintesis protein yang tinggi memiliki banyak sekali ribosom.

g. Mikrotubula

Mikrotubula berbentuk lurus, memanjang, kosong dan tersusun dari subunit protein membulat (globular). Memiliki diameter antara 23-27 nm. Terdapat di bagian tepi sitoplasma dekat dengan dinding sel yang masih tumbuh dan tipis.

h. Vakuola

Vakuola merupakan rongga (ruangan) sel yang berair dan dikelilingi oleh selaput yang disebut tonoplas. Lebih dari 90% volume sel tumbuhan dewasa berupa vakuola. Vakuola berisi berbagai bahan organik dan anorganik seperti gula, protein, asam organik, fosfatida, tanin, pigmen flavonoida, dan Ca oksalat. Fungsi vakuola adalah untuk mengatur air atau cairan di dalam sel, misalnya dalam osmoregulasi, penyimpanan dan pencernaan.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains dan Ilmiah

Nama ilmiah dari bawang merah adalah *Allium cepa*. Adapun klasifikasi ilmiah dari bawang merah adalah sebagai berikut.

Kingdom	: Plantae
Filum	: Angiospermae
Kelas	: Monokotil
Ordo	: Asparagales
Famili	: Amaryllidaceae
Genus	: <i>Allium</i>
Spesies	: <i>Allium cepa</i>

Bawang merah merupakan tanaman semusim yang berumur pendek dan berbentuk rumpun. Tinggi tanamannya berkisar 15-25 cm, berbatang semu, berakar serabut pendek yang berkembang di sekitar permukaan tanah, dan perakarannya dangkal. Jika dikaitkan dengan materi pada bab ini, sel-sel epidermis bawang merah memiliki struktur sel seperti membran sel, sitoplasma,

nukleus, retikulum endoplasma, aparatus golgi, mitokondria, dan sitoskeleton.

2. Teknologi

Proses pembuatan siwang atau terasi bawah sangatlah mudah. Adapun langkah-langkah pembuatan siwang adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, yaitu:
 - 250gram bawang merah
 - 12 sdm ebi kecil
 - 8 sdm cabe bubuk
 - 20gram terasi
 - 12 buah cabe rawit merah
 - 3 siung bawang putih
 - Minyak goreng
 - 3 butir kemiri
 - $\frac{1}{2}$ sdt garam
 - 1 sdt gula pasir
 - Wajan
 - Sendok
 - Ulekan
- b. Iris bawang merah menjadi tipis-tipis.
- c. Bawang merah yang telah diiris kemudian digoreng dalam wajan berisi minyak panas hingga bawang goreng kering dan berwarna kecoklatan. Setelah itu tiriskan.
- d. Sangrai ebi hingga kering dan berwarna kecoklatan
- e. Sangkai terasi hingga matang dan kering
- f. Membuat bumbu dengan menghaluskan bawang putih, kemiri, cabe rawit, gula pasir dan garam dengan menggunakan ulekan
- g. Tumis bumbu yang telah halus dengan menggunakan minyak panas hingga matang dan kering
- h. Masukkan cabe bubuk, bawang goreng, ebi dan terasi yang sudah disangrai ke dalam bumbu.
- i. Aduk sampai merata kemudian matikan kompor.
- j. Biarkan siwang dingin dan masukkan ke dalam toples kedap udara.

3. Engineering (Teknik)

a. Proses Penggorengan Bawang Merah

Untuk menghasilkan bawang goreng yang renyah, bawang merah yang telah diiris dan dibersihkan perlu dikeringkan hingga bawang merah menjadi benar-benar kering. Setelah kering beri garam sedikit kemudian digoreng hingga kering dan berwarna kecoklatan. Saat proses penggorengan api yang digunakan juga merupakan api kecil. Menggunakan kompor gas lebih disarankan saat penggorengan bawang goreng agar bawang matang dengan merata.

b. Lama Penyangraian Terasi dan Ebi

Proses penyangraian terasi membutuhkan waktu 3-5 menit hingga terasi benar-benar kering. Sedangkan untuk penyangraian ebi diperlukan waktu 5-7 menit untuk menghasilkan ebi yang kering dan berwarna kecoklatan. Dalam proses penyangraian sebaiknya menggunakan kompor gas agar api stabil dan dapat matang merata.

4. Matematika

a. Biaya Bahan Baku:

- 250 gr bawang merah = 10.000
- 10 buah cabe keriting = 3.000
- 250 ml minyak = 5.000
- gula = 15.000
- 10 buah cabe rawit = 4.000
- bawang putih = 5.000
- 4 butir kemiri = 3.000
- 4 buah terasi = 6.000
- garam = 2000

Total Biaya Bahan Baku = Rp 53.000

b. Harga Jual:

- Dari 250 gram bawang merah dihasilkan siwang sebanyak 200 gram

- Misalnya dalam satu bungkus berisi 20 gram maka dihasilkan 10 bungkus siwang
- Keuntungan perbungkus yang ingin didapat adalah %10 dari harga produksi = 5.300

$$\begin{aligned}\text{Harga jual} &= \text{biaya bahan baku} + \text{keuntungan} \\ &= 5300 + 5.300 = 10.600\end{aligned}$$

$$\text{Total pendapatan} = 106.000$$

c. Keuntungan:

$$\text{Keuntungan} = \text{Rp } 106.000 - \text{Rp } 53000 = \text{Rp } 53.000$$

d. Penggunaan Komposisi Bahan

Dalam pembuatan siwang perlu diperhatikan komposisi bahan yang digunakan. Untuk menghasilkan siwang satu toples kecil diperlukan 250gram bawang merah, 12 sdm ebi kecil, 8 sdm cabe bubuk, 20gram terasi, 12 buah cabe rawit merah, 3 siung bawang putih, 3 butir kemiri, $\frac{1}{2}$ sdt garam, dan 1 sdt gula pasir.

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menjelaskan struktur tumbuhan, struktur sel tumbuhan, menguraikan fungsi organel sel tumbuhan
Judul Lembar Kerja	: Konsep Struktur Tumbuhan, Struktur Sel Tumbuhan, dan Fungsi Organel Sel Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep struktur tumbuhan, struktur sel tumbuhan, dan fungsi organel sel tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep struktur tumbuhan, struktur sel tumbuhan, dan fungsi organel sel tumbuhan berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan pengertian pertumbuhan dan perkembangan?
2. Jelaskan perbedaan pertumbuhan primer dan sekunder
3. Sebutkan organel sel yang ada pada tumbuhan?
4. Jelaskan fungsi dari organel sel tumbuhan?

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (Engineering) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Siwang

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)
2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Siwang

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.





BAB 2

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI JARINGAN TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA DAUN JATI SEBAGAI PEMBUNGKUS SEGA JAMBLANG KHAS CIREBON

Pohon jati mudah ditemukan di Indonesia, sehingga banyak masyarakat yang memanfaatkan pohon jati baik dari kayu hingga daunnya. Masyarakat di Cirebon sering memanfaatkan daun jati sebagai pembungkus salah satu makanan khas Cirebon yaitu sega jamblang atau nasi jamblang. Nama jamblang berasal dari salah satu desa di Kabupaten Cirebon. Pada zaman dulu, sega jamblang adalah makanan untuk para pekerja pada zaman penjajahan Belanda. Hingga saat ini sega jamblang masih banyak digemari oleh masyarakat.



Gambar 2. Sega Jamblang

Sumber: <https://images.bisnis.com>

Sama seperti tumbuhan lainnya, pohon jati juga memiliki struktur dan fungsi jaringan yang mendukung hidupnya. Struktur jaringan pada jati dan lingkaran tahun yang ada pada batang jati berkaitan dengan pembahasan materi bab ini.

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Jaringan Tumbuhan

Jaringan adalah sekelompok sel yang memiliki struktur dan fungsi yang sama. Terdapat dua tipe jaringan pada tumbuhan, yaitu jaringan meristem dan jaringan dewasa atau permanen. Perbedaan keduanya adalah pada kemampuan sel-selnya untuk membelah, pada jaringan meristem sel-selnya selalu aktif membelah (embrionik) sedangkan jaringan dewasa tidak. Jaringan meristem banyak ditemukan di bagian titik tumbuh tumbuhan baik pada ujung akar maupun batang sebagai meristem primer atau pada bagian batang dan akar sebagai meristem sekunder yang membentuk kambium. Jaringan dewasa

merupakan jaringan yang sel-selnya mengalami deferensiasi, seperti jaringan epidermis dan gabus sebagai pelindung, jaringan parenkim sebagai penyimpan cadangan makanan dan transport zat, jaringan kolenkim dan sklerenkim sebagai penguat serta jaringan *xilem* dan *floem* sebagai pengangkut mineral, air dan hasil fotosintesis (Ramdhini, dkk, 2021).

1. Jaringan Meristem

Jaringan meristem adalah jaringan yang aktif membelah. Sel-selnya berdinding tipis dan vakuolanya kecil (Lekman, 2021). Sel meristem terus-menerus membelah dan menghasilkan sel baru yang menambah tubuh tumbuhan. Jaringan meristem dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan letak dan asal pembentukannya. Berdasarkan letaknya, meristem dibagi menjadi 3 yaitu:

- a. Meristem pucuk, terdapat pada bagian pucuk akar dan batang
- b. Meristem interkalar, terdapat di antara jaringan dewasa yang sudah terdiferensiasi
- c. Meristem lateral, terletak sejajar dengan permukaan organ, misalnya kambium dan felogen

Sedangkan berdasarkan asal pembentukannya, jaringan meristem terdiri dari:

a. Promeristem

Jaringan promeristem atau jaringan primordial merupakan jaringan muda yang terletak di ujung akar maupun batang dan terbentuk sejak fase embrio. Promeristem tersusun atas sel-sel inisial yang selanjutnya berkembang menjadi protoderm, prokambium dan meristem dasar. Ketiga jaringan tersebut selanjutnya akan berdeferensiasi menjadi jaringan primer sehingga berperan penting dalam pertumbuhan primer, yang mana *protoderm* akan menjadi jaringan epidermis,

prokambium menjadi jaringan pembuluh primer dan jaringan meristem dasar menjadi jaringan parenkim.

b. Meristem primer

Jaringan meristem primer merupakan hasil diferensiasi dari *promeristem*. Meristem primer banyak terdapat pada titik tumbuh apikal baik ujung batang (pucuk) maupun ujung akar. Meristem primer berperan penting dalam pertumbuhan primer yang memacu perpanjangan batang dan akar secara vertikal pada tumbuhan. Jaringan meristem pada ujung akar membentuk 3 jaringan yang merupakan hasil dari deferensiasi promeristem, yakni epidermis dari *protoderm*, jaringan dasar dari meristem dasar dan silinder pusat dari prokambium.

c. Meristem sekunder

Jaringan meristem sekunder merupakan jaringan meristem dewasa yang sel-selnya telah berdeferensiasi namun kembali bersifat embrionik. Meristem sekunder banyak ditemukan pada batang dan akar kelompok tumbuhan *gymnospermae* dan *angiospermae* (dikotil). Jaringan meristem sekunder berperan dalam pertumbuhan batang secara lateral (menebal dan melebar), karena adanya aktivitas kambium vaskuler dan kambium gabus (felogen) pada tumbuhan. Meristem sekunder juga berperan dalam pembentukan lingkaran tahun akibat pengaruh lingkungan, berkas pengangkut sekunder dan jari-jari empulur. Kambium vaskuler terletak di antara xilem dan floem, pembelahannya ke arah dalam akan membentuk *xilem* sekunder (kayu) dan ke arah luar membentuk floem sekunder (kulit).

2. Jaringan Epidermis

Epidermis merupakan paling luar dari daun, bunga, buah, biji, batang, dan akar sebelum mengalami penebalan sekunder. Perkembangan epidermis berawal dari protoderm yang berasal dari jaringan meristematis. Secara fungsi dan morfologi, sel

epidermis tidak seragam, ada yang mengalami modifikasi menjadi semacam rambut, sel penutup stomata dan sel khusus lainnya. Fungsi dari jaringan epidermis adalah melindungi tumbuhan dari faktor lingkungan yang berbahaya, melindungi tumbuhan dari pengeluaran air yang berlebihan, dan menjaga atau mengatur suhu tumbuhan.

3. Jaringan Parenkim

Parenkim merupakan jaringan dasar yang tersusun atas sel yang berisi protoplas hidup. Sel parenkim berbentuk polihedral dan memiliki dinding yang tipis. Jaringan parenkim memiliki peranan penting dalam mekanisme fisiologis tumbuhan yaitu berperan dalam proses fotosintesis, asimilasi, respirasi, penyimpanan, sekresi dan eksresi. Selain itu, parenkim yang berada pada berkas jaringan pengangkut berperan dalam transportasi air dan nutrisi pada tumbuhan. Berdasarkan struktur morfologi dan fisiologisnya, jaringan parenkim dapat mengalami spesifikasi menjadi kolenkim, aerenkim, endodermis dan parenkim penyimpanan.

4. Jaringan Penyokong (Kolenkim dan Sklerenkim)

Jaringan penyokong adalah jaringan tumbuhan yang berfungsi untuk memberikan bentuk dan stabilitas pada tumbuhan. Jaringan penyokong membuat tumbuhan memiliki bentuk dan mempertahankan bentuknya meskipun terjadi gangguan dari lingkungan luar. Jaringan penyokong terdiri dari kolenkim dan sklerenkim.

a. Kolenkim

Kolenkim merupakan jaringan penyokong yang terdiri dari sel-sel hidup yang umumnya memanjang secara aksial. Sel-sel yang terdapat pada jaringan kolenkim memiliki kemiripan dengan sel-sel yang terdapat pada jaringan parenkim, baik secara morfologi maupun fisiologi. Baik sel pada jaringan kolenkim maupun parenkim memiliki protoplas lengkap

yang mampu melanjutkan aktivitas meristematik. Sel pada kedua jaringan tersebut mengandung kloroplas dan umumnya terletak bersebelahan. Perbedaan kedua jaringan tersebut adalah dinding sel pada jaringan kolenkim yang lebih tebal dan panjang daripada sel pada jaringan parenkim.

b. Sklerenkim

Sklerenkim berasal dari bahasa Yunani yaitu *skleros* yang artinya keras dan *enchyma* yang artinya infus. *Sklerenkim* merupakan jaringan yang tersusun atas sel yang tebal, di mana dinding sel sekundernya terjadi lignifikasi. Jaringan sklerenkim merupakan bagian dari sel yang sudah mati serta sekelompok sel yang dindingnya telah mengalami penebalan sekunder dan melindungi jaringan yang berada disekitarnya (Rahmawati dan Nahda, 2023). Fungsi utama sklerenkim adalah sebagai struktur mekanis yang berperan sebagai penyangga. Jenis sklerenkim berdasarkan bentuk selnya dibagi menjadi dua kategori yaitu serat dan *sklereid*.

5. Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut pada tumbuhan terdiri dari xilem yang merupakan jaringan pengangkut air dan floem sebagai jaringan pengangkut bahan organik (bahan makanan). Xilem dan floem sering disebut sebagai berkas pengangkut atau berkas vaskular. Tumbuhan yang mempunyai jaringan pengangkut disebut tumbuhan vaskular, seperti pteridophyta dan spermatophyta. Jaringan pengangkut atau berkas vaskular merupakan jaringan yang berperan untuk mengangkut air dan unsur hara dari akar sampai daun, serta mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan. Xilem dan floem berkembang dengan diferensiasi dari prokambium yang dibentuk oleh promeristem pucuk. Xilem dan floem yang dihasilkan oleh prokambium disebut xilem primer dan floem primer. Xilem primer terdiri dari protoxilem dan metaxilem. Sedangkan floem primer terdiri dari protofloem dan metafloem. Dalam perkembangan

xilem dan floem dibentuk oleh kambium pembuluh yang disebut xilem sekunder dan floem sekunder. Xilem tumbuh kearah dalam membentuk kayu, dan floem tumbuh kearah luar membentuk kulit kayu. Lingkaran tumbuh adalah lapisan yang menunjukkan pertumbuhan atau pembentukan kayu yang berurutan.

Terbentuknya lingkaran tahun merupakan hasil aktivitas jaringan kambium vaskular pada pertumbuhan sekunder tumbuhan berkayu. Kambium vaskular adalah jaringan yang terletak di bagian luar xilem dan di bagian dalam floem. Kambium vaskular memisahkan kedua jaringan pengangkut tersebut. Sel xilem dengan dinding tebal akan terlihat lebih gelap daripada sel xilem dengan dinding sel tipis. Hal tersebut menyebabkan terbentuknya cincin melingkar pada batang pohon yang disebut sebagai lingkaran tahunan. Lingkaran tahun pada pohon ini sering digunakan untuk memperkirakan umur suatu pohon, salah satunya adalah pohon jati. Jati (*Tectona grandis*) merupakan pohon penghasil kayu berkualitas tinggi. Pohon jati yang berkualitas baik adalah pohon yang memiliki garis lingkaran besar, berbatang lurus dan memiliki sedikit cabang. Kayu jati terbaik biasanya diperoleh dari pohon yang berusia lebih dari 80 tahun (Handayani, dkk, tanpa tahun).

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains dan Ilmiah

Pohon jati memiliki nama ilmiah *Tectona grandis*. Pohon ini mudah ditemukan di Indonesia dan terkenal dengan kualitas kayunya yang baik. Jati berbatang besar dan lurus, tingginya bisa mencapai 30-40 meter, berdaun besar dan daunnya menggugurkan diri saat musim kemarau (Handayani, dkk,

tanpa tahun). Jati termasuk tanaman dengan pertumbuhan yang lambat. Pohon jati tumbuh subur di tempat yang memiliki curah hujan antara 1.200-2.000 mm per tahun. Pada daun jati ditemukan adanya trikoma yaitu rambut-rambut halus yang tumbuh di sekitar permukaan jaringan epidermis tumbuhan. Trikoma berasal dari jaringan epidermis yang berdiferensiasi.

2. Teknologi

Proses pembuatan sega jambang yang dibungkus daun jati sangatlah mudah. Ada banyak jenis lauk pauk yang bisa dimakan bersamaan dengan sega jambang. Pada penjelasan kali ini lauk yang dipadukan adalah semur hati sapi. Adapun langkah-langkah pembuatan sega jambang dan semur hati sapi adalah sebagai berikut.

a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, yaitu:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| • 1.000gram nasi putih | • 1/4 sdt garam |
| • 5 lembar daun jati | • 1 sdt gula merah, sisir |
| • 5 buah perkedel kentang | • 1/2 sdt pala bubuk |
| • 300gram hati sapi, potong 3x3 cm | • 600 ml air |
| • 5 buah tahu goreng kotak | • 2 sdm minyak untuk menumis |
| • 2 lembar daun salam | • Bumbu Halus |
| • 3 butir cengkeh | • 2 siung bawang putih |
| • 2 cm kayu manis | • 5 butir bawang merah |
| • 5 sdm kecap manis | • 1/2 sdt merica |

- Siapkan wajan, panaskan dan tambahkan minyak.
- Masukkan bumbu halus, daun salam, cengkeh, dan kayu manis.
- Tumis sampai harum. Tambahkan hati sapi. Masak kembali sampai hati berubah warna.
- Tuangkan air ke dalam wajan kemudian tambahkan tahu, kecap manis, garam, gula merah, dan pala bubuk.

- f. Masak kembali sampai bumbu meresap. Matikan kompor dan sisihkan.
 - g. Ambil daun jati, pastikan sudah bersih. Bungkus nasi dengan daun jati.
 - h. Tata nasi bungkus daun jati dengan semur hati dan perkedel kentang di sebelahnya.
3. Engineering (Teknik)
- Sega jamblang atau nasi jamblang perlu dibungkus dengan daun jati karena daun jati memiliki tekstur yang tidak mudah robek maupun rusak. Selain itu, penggunaan daun jati juga bisa membuat nasi jadi lebih awet dalam waktu cukup lama dan menambah aroma pada nasi.
4. Matematika
- a. Biaya Bahan Baku:
 - Nasi Putih (1.000 gram): Rp 10.000
 - Daun Jati (5 lembar): Rp 1.500
 - Perkedel Kentang (5 buah): Rp 7.500
 - Hati Sapi (300 gram): Rp 30.000
 - Tahu Goreng (5 buah): Rp 5.000
 - Daun Salam (2 lembar): Rp 500
 - Cengkeh (3 butir): Rp 500
 - Kayu Manis (2 cm): Rp 300
 - Kecap Manis (5 sdm): Rp 2.000
 - Garam (1/4 sdt): Rp 200
 - Gula Merah: Rp 3000
 - Pala Bubuk: Rp 1000
 - Air (600 ml): Rp 0
 - Minyak untuk Menumis (2 sdm): Rp 5000
 - Bawang Putih (2 siung): Rp 500
 - Bawang Merah (5 butir): Rp 1.000
 - Merica: Rp 2000
 - Total Biaya Bahan Baku = Rp 70.000

b. Harga Jual:

- Dari 1000 gram nasi dihasilkan 10 bungkus nasi jamblang
- Keuntungan perbungkus yang ingin didapat adalah %15 dari harga produksi = 10.500

Harga jual per bungkus

= biaya bahan baku perbungkus + keuntungan

= 7.000 + 10.500 = 17.500

Total pendapatan = 175.000

c. Keuntungan:

Keuntungan = Rp 175.000 – Rp 70.000 = Rp 105.000

d. Penggunaan Komposisi Bahan

Dalam pembuatan nasi jamblang dan semur hati sapi yang dibungkus daun jati perlu diperhatikan komposisi bahan yang digunakan. Komposisi bahan yang digunakan adalah 1.000gram nasi putih, 5 lembar daun jati, 300gram hati sapi, 2 lembar daun salam, 3 butir cengkeh, 2 cm kayu manis, 5 sdm kecap manis, 1/4 sdt garam, 1 sdt gula merah, 1/2 sdt pala bubuk, 600 ml air, 2 sdm minyak goreng, 2 siung bawang putih, 5 butir bawang merah, dan 1/2 sdt merica.

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Membandingkan macam-macam jaringan pada tumbuhan beserta menjelaskan fungsinya
Judul Lembar Kerja	: Konsep Jaringan Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep jaringan tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep jaringan tumbuhan berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project

6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan pengertian jaringan tumbuhan?
2. Sebutkan jenis-jenis jaringan tumbuhan dan fungsinya!

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (Engineering) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Segi Jamblang dibungkus Daun Jati

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)
2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Segi Jamblang dibungkus Daun Jati

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.





BAB 3

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI AKAR MONOKOTIL DAN DIKOTIL BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA PEMANFAATAN UMBI AKAR SINGKONG SEBAGAI KERIPIK GEMBLONG KHAS KUNINGAN

Keripik gemblong merupakan makanan khas Kuningan yang berbentuk bulat tipis atau kembang dan terbuat dari singkong. Keripik gemblong biasanya terdiri dari beberapa varian rasa seperti rasa daun bawang (original), pedas, tempe, oncom, sayur, dan wijen. Keripik gemblong mudah ditemukan di Kuningan, biasanya dijual dalam kemasan plastik dengan harga yang relatif terjangkau. Keripik gemblong biasanya dikonsumsi sebagai camilan atau teman makan nasi, bakso dan lain-lain.



Gambar 3. Keripik Gemblong

Sumber: <https://smb-padiumkm>

Singkong dapat dengan mudah tumbuh dimana saja, di Indonesia banyak sekali ditemukan tanaman singkong. Penyerapan air dan mineral dari dalam tanah dilakukan oleh ujung akar muda yang memiliki banyak rambut akar untuk memperluas bidang penyerapan. Bagian korteks akar primer biasanya digunakan untuk menyimpan cadangan makanan berupa tepung, misalnya pada wortel, lobak, bengkoang dan singkong. Hal ini berkaitan dengan pembahasan pada bab ini yang menjelaskan mengenai struktur dan fungsi akar tumbuhan.

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Struktur dan Fungsi Akar

Akar merupakan organ tumbuhan bagian bawah dari sumbu tumbuhan. Biasanya akar tumbuh dan berkembang di bawah permukaan tanah, tetapi ada pula akar yang tumbuh di atas tanah. Radikula merupakan organ paling sederhana dari tumbuhan yang membentuk akar. Radikula berfungsi untuk menembus tanah

dan bebatuan untuk mencari air dan unsur hara serta menyimpan cadangan makanan. Akar biasanya berwarna kekuningan atau keputih-putihan. Akar tumbuhan berfungsi untuk menopang sekaligus menegakkan tumbuhan, mencari unsur hara dan garam mineral serta air di dalam tanah serta membawanya ke batang untuk dilanjutkan ke daun guna membantu proses fotosintesis. Pada beberapa tumbuhan akar digunakan untuk menyimpan cadangan makanan serta respirasi. Pada bagian ujung akar terdapat tudung akar (kaliptra) yang berfungsi untuk melindungi meristem akar dan alat pemantakan akar yang tumbuh ke dalam tanah. Sel tudung akar berisi butir tepung yang disebut statolit, fungsinya untuk memindahkan rangsang gravitasi ke plasmalema. Sel yang berisi statolit disebut statosis, berisi amiloplas dan retikulum endoplasma. Semua akar memiliki kaliptra kecuali pada parasit dan beberapa akar mikorhiza.

Struktur penyusun akar tumbuhan dibagi menjadi dua yaitu struktur bagian luar dan struktur bagian dalam. Struktur akar bagian luar terdiri dari tudung akar, batang akar dan cabang akar (untuk jenis tumbuhan dikotil) dan bulu akar. Struktur akar bagian dalam terdiri dari jaringan epidermis, korteks, endodermis dan stele (silinder pusat). Antara korteks dengan bagian dalam akar dibatasi oleh endodermis. Pada akar primer terdapat pita kaspari pada dinding menjari endodermis. Di sebelah dalam endodermis terdapat satu atau beberapa lapis sel parenkim berdinding tipis yang disebut perisiklus. Di sebelah dalam perisiklus terdapat xilem dan floem yang tersusun berselang-seling. Epidermis dan korteks akar tumbuhan kebanyakan sering bergabung dengan jamur tanah yang disebut mikorizha. Hubungan tersebut merupakan simbiosis mutualisme. Mikhorizha dibagi menjadi dua, yaitu ektomikorizha dan endomikorizha.

1. Akar Tumbuhan Dikotil dan Gymnospermae

Akar pada sebagian besar tumbuhan dikotil dan gymnospermae terdiri atas akar tunggang yang membentuk cabang pada sisinya. Bagian dewasa dari akar yang biasanya mengalami penebalan sekunder hanya berfungsi sebagai alat pemegang pada tanah dan

untuk menyimpan bahan cadangan. Pengangkutan air dan garam dilakukan oleh sistem akar yang masih dalam pertumbuhan primer. Akar dikotil tumbuh lebih menghujam ke dalam tanah karena akar primer berkembang menjadi akar utama yang menancap ke dalam tanah. Akar tunggang dikotil berfungsi untuk menancap ke dalam tanah dan menyerap air serta nutrisi, serta menyimpan cadangan makanan.

2. Akar pada Tumbuhan Monokotil

Akar tumbuhan monokotil dewasa biasanya berupa akar serabut yang tipis, tumbuh menyebar, dan umumnya memiliki tudung akar. Akar serabut berkembang dari batang. Akar monokotil tumbuh luas, dekat dengan permukaan tanah, dan berkembang karena akar primer membentuk banyak cabang. Umumnya akar pada tumbuhan monokotil tidak mengalami penebalan sekunder. Akar serabut monokotil berperan dalam menyerap air dan nutrisi dari tanah.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains dan Ilmiah

Nama ilmiah singkong atau ubi kayu adalah *Manihot esculenta*. Singkong merupakan perdu tropis dan subtropis tahunan dari suku Euphorbiaceae. Tingginya dapat mencapai hingga 7 meter dengan cabang agak jarang. Singkong merupakan tumbuhan dikotil yang memiliki akar tunggang dengan sejumlah akar cabang yang kemudian membesar menjadi umbi akar. Rata-rata diameter umbi singkong adalah 2–3 cm dengan panjang 50–80 cm. Bagian dalam umbinya berwarna putih atau kekuning-kuningan dan dapat dikonsumsi.

2. Teknologi

Proses pembuatan keripik gemblong sangatlah mudah dan sederhana. Bahan-bahan yang digunakan pun murah dan mudah ditemukan. Adapun langkah-langkah pembuatan keripik gemblong adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, yaitu:
 - 1/2 kg singkong yang sudah di haluskan
 - 1/4 kg tepung terigu protein sedang
 - 6 sdm tepung tapioka
 - 2 sdt bumbu halus (bawang merah dan bawang putih)
 - 3 sdm seledri
 - 1 sdt garam
 - 1 sdt kaldu jamur
 - Air
- b. Singkong yang sudah dihaluskan diperas hingga air singkong keluar dan pastikan singkong benar-benar kering (bagian yang diambil ampasnya saja)
- c. Campurkan ampas singkong dengan garam, kaldu jamur, tepung tapioka, tepung terigu, dan seledri. Kemudian diaduk hingga tercampur rata.
- d. Tambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga adonan kalis
- e. Bentuk adonan memanjang kemudian rebus adonan pada air yang mendidih
- f. Beri sedikit minyak goreng agar adonan tidak menempel satu sama lain
- g. Tunggu sampai adonan mengapung kemudian tiriskan
- h. Setelah adonan dingin, masukan adonan kedalam lemari pendingin semalaman agar adonan mudah dipotong-potong
- i. potong adonan menjadi tipis-tipis kemudian jemur bawah terik matahari

- j. Adonan yang sudah kering kemudian di goreng dalam minyak panas
 - k. Keripik gemblong siap disajikan
3. Engineering (Teknik)
- a. Proses Pamarutan Singkong
Untuk menghasilkan singkong yang halus diperlukan teknik pamarutan yang benar. Parutan yang digunakan dapat menggunakan parutan manual atau dengan mesin parut. Perlu diperhatikan ukuran dari parutan, pastikan bahwa parutan mengasilkan hasil parutan singkong yang lembut dan berukuran kecil.
 - b. Proses Pencampuran dan Pengadukan Adonan
Proses pencampuran dan pengadukan adonan gemblong dilakukan dengan mencampurkan ampas singkong dengan garam, kaldu jamur, tepung tapioka, tepung terigu, dan seledri pada wadah kemudian diaduk ditambahkan air sedikit demi sedikit, adonan terus diaduk hingga kalis.
 - c. Proses Pendinginan Adonan Gemblong Dalam Lemari Pendingin
Adonan gemblong yang sudah kalis dibentuk seperti tabung memanjang kemudian dimasukan ke dalam lemari pendingin selama kurang lebih 24 jam. Hal ini dilakukan agar adonan gemblong mengeras dan mudah untuk dipotong atau diiris tipis-tipis.
 - d. Proses Penjemuran Gemblong
Adonan gemblong yang sudah diiris tipis-tipis dijemur dibawah terik matahari selama 3-6 jam hingga gemblong benar-benar kering. Proses penjemuran dilakukan untuk menghilangkan kadar air pada gemblong dan membuat keripik gemblong menjadi lebih renyah.

4. Matematika

a. Biaya Bahan Baku:

Singkong ($1/2$ kg): Rp 5.000

Tepung Terigu ($1/4$ kg): Rp 3.000

Tepung Tapioka (6 sdm $\approx$ 75 gram): Rp 2.500

Bawang Merah (5 siung): Rp 2.000

Bawang Putih (5 siung): Rp 1.500

Seledri (3 sdm): Rp 1.000

Garam: Rp 2000

Kaldu Jamur: Rp 500

Air: Rp 0

Total Biaya Bahan Baku = Rp 17.500

b. Harga Jual:

Dari $\frac{1}{2}$ kg singkong dihasilkan 5 bungkus keripik gemblong @100gram

Keuntungan perbungkus yang ingin didapat adalah 15% dari harga produksi = 2.625

Harga jual per bungkus = biaya bahan baku perbungkus + keuntungan = $3500 + 2.625 = 6.125 \approx 6500$

Total pendapatan = 32.500

c. Keuntungan:

Keuntungan = Rp 32.500 – Rp 17.500 = Rp 15.000

d. Penggunaan Komposisi Bahan

Dalam pembuatan keripik gemblong perlu diperhatikan komposisi bahan yang digunakan. Komposisi bahan yang digunakan adalah $1/2$ kg singkong yang sudah di haluskan, $1/4$ kg tepung terigu protein sedang, 6 sdm tepung tapioka, 2 sdt bumbu halus (bawang merah dan bawang putih), 3 sdm seledri, 1 sdt garam, 1 sdt kaldu jamur, dan air.

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: • Mendeskripsikan letak, hubungan, struktur, dan fungsi organ akar tumbuhan tubuh tumbuhan berbiji • Menjelaskan adanya hubungan antara struktur (luar dan dalam) organ akar dengan fungsinya, serta dapat menganalisa dengan cermat hubungan tsb.
Judul Lembar Kerja	: Konsep Struktur dan Fungsi Akar berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep struktur dan fungsi akar berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep struktur dan fungsi akar berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM

4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan pengertian akar!
2. Jelaskan perbedaan struktur akar monokotil dan dikotil berdasarkan anatomi dan morfologi!
3. Sebutkan fungsi akar bagi tumbuhan!

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

- d. Teknik (Engineering) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Keripik Gemblong

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)
2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Keripik Gemblong

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.



BAB 4

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI BATANG TUMBUHAN MONOKOTIL DAN DIKOTIL BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA KERIPIK SUKUN CAMILAN KHAS MAJALENGKA

Sukun mudah ditemukan diberbagai daerah di Indonesia, termasuk di Majalengka. Masyarakat di Majalengka sering memanfaatkan sukun menjadi olahan makanan. Salah satu makanan khas Majalengka yang berasal dari sukun adalah keripik sukun. Keripik sukun biasanya dikonsumsi sebagai camilan. Keripik sukun adalah makanan yang terbuat dari sukun yang diiris tipis, kemudian digoreng hingga kering dan renyah. Keripik sukun biasanya dijadikan camilan. Rasanya asin dan biasanya diberi aroma bawang.



Gambar 4. Keripik Sukun

Sumber: <https://www.priceza.co.id/>

Sukun termasuk dalam tumbuhan dikotil sehingga memiliki struktur dan fungsi batang yang berbeda dengan tumbuhan monokotil. Pembahasan mengenai struktur dan fungsi batang pada tumbuhan dikotil dan monokotil akan dibahas pada bab ini.

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Struktur dan Fungsi Batang Tumbuhan

Batang tumbuhan merupakan salah satu organ penting pada tumbuhan. Batang memiliki fungsi sebagai pendukung tubuh tumbuhan, alat transportasi air, mineral, dan bahan-bahan makanan serta tempat tumbuhnya cabang, daun, dan bunga. Batang memiliki struktur anatomi yang kompleks, struktur batang lebih banyak difungsikan untuk menyalurkan atau membawa nutrisi dari akar menuju daun. Struktur batang tumbuhan dari luar ke dalam terdiri dari epidermis, korteks, endodermis dan stele.

1. Epidermis

Jaringan epidermis pada batang terdiri dari sel-sel yang tipis, tersusun rapat dan umumnya berbentuk persegi, sering dilapisi kutikula pada bagian dinding sel bagian luar. Sel epidermis dapat ditemukan pada batang yang masih muda, jika rusak maka fungsi sel epidermis diambil alih oleh periderm (hypodermis). Pada batang yang melakukan fotosintesis dapat ditemukan stomata yang nantinya berkembang menjadi lentisel. Pada batang yang masih muda terdapat trikomata baik glanduler maupun non glanduler. Jaringan epidermis akar maupun batang pada tumbuhan yang telah mengalami pertumbuhan sekunder akan digantikan oleh jaringan gabus (periderm), sehingga dapat memberikan perlindungan yang kuat terhadap jaringan di bawahnya dan mengakibatkan permukaan akar atau batang tumbuhan menjadi kasar. Jaringan epidermis pada bagian permukaan batang dilapisi oleh sel yang disebut kutikula. Kutikula adalah suatu jenis protein yang ada pada serangga dan menyusun kerangka luar, yaitu zat kitin. Pada permukaan kutikula biasanya terdapat zat lilin yang bersifat hidrofobik atau tidak disukai air. Pertumbuhan sekunder pada bagian akar dan batang tumbuhan menyebabkan munculnya pori-pori kecil yang dinamakan lentisel. Lentisel berfungsi sebagai tempat pertukaran gas antara jaringan dalam dan lingkungan luar.

2. Korteks

Bagian korteks tersusun dari sel parenkim yang berdinding tipis dengan letak sel yang tidak teratur. Di bagian tepi korteks terkadang terdapat kolenkim yang berkelompok atau membentuk lingkaran tertutup. Terdapat jaringan sklerenkim pada korteks batang yang berbentuk serabut. Korteks dapat berisi tepung, kristal atau zat lainnya, tetapi terkadang terdapat *idioblas* berupa sel minyak, ruang lender, sel lender, sel kristal, kelenjar minyak, sel hars, saluran gom, saluran lender. Bagian korteks paling dalam disebut *endodermis* atau *fluoeterma* atau sarung tepung.

Korteks disebut sarung tepung karena kortek terdiri atas selapis sel yang membentuk lingkaran dan berisi tepung. *Endodermis* pada batang yang telah dewasa atau tua tidak tampak lagi karena telah rusak/mati yang kemudian diganti oleh jaringan lain dari bagian stele.

3. Endodermis

Jaringan endodermis terletak di sebelah dalam korteks. Pada batang tumbuhan, jaringan endodermis berfungsi sebagai berkas pengangkut. Terdapat perbedaan susunan endodermis pada tumbuhan dikotil dan monokotil. Jaringan pengangkut berfungsi mengangkut nutrisi dari akar menuju ke daun untuk proses fotosintesis. Hasil fotosintesis kemudian diangkut kembali untuk diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan untuk dimanfaatkan dan sisanya akan disimpan. Simpanan atau cadangan makanan pada tumbuhan inilah yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Jaringan pengangkut (vaskuler) terdiri atas xylem dan floem. Xylem berfungsi mengangkut air dan zat-zat lain dari akar menuju daun. Sebagian besar disusun dari sel-sel khusus yang disebut pembuluh. Pengangkutan dalam xilem merupakan proses fisik, jadi tidak memerlukan energi. Sedangkan floem berfungsi mengangkut makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.

4. Stele

Stele atau silinder vaskuler adalah jaringan pada batang tumbuhan vaskuler yang terletak di bagian tengah. Stele terdiri dari jaringan vaskuler, jaringan dasar (empulur dan sinar meduler) dan perisikel. Perisikel merupakan lapisan terluar stele yang berbatasan dengan korteks.

Terdapat beberapa perbedaan pada struktur anatomi batang tumbuhan monokotil dan dikotil. Pada tumbuhan dikotil, batang umumnya mengalami pertumbuhan berkayu sedangkan pada batang tumbuhan monokotil tidak mengalami pertumbuhan berkayu. Hal

ini di karenakan pada batang tumbuhan dikotil terdapat bagian kambium. Sedangkan, pada tumbuhan monokotil tidak memiliki kambium (Rahman, 2022). Pada batang tumbuhan monokotil jaringan-jaringan pembuluh biasanya tersusun atas berkas-berkas terpisah. Pada penampang melintang berkas pembuluh tersebar di seluruh batang sehingga tidak dapat dibedakan antara empulur dan korteks. Pada batang monokotil, epidermis terdiri dari satu lapis sel dan memiliki dinding sel yang tebal. Contoh tumbuhan monokotil adalah jagung, bambu, padi dan kelapa.

Batang pada tanaman dikotil memiliki kambium. Pada tumbuhan dikotil berkayu, terdapat kambium gabus (felogen) yang akan membentuk lapisan gabus sebagai pengganti epidermis. Kambium vaskuler terletak di antara jaringan xilem dan floem. Berkas pengangkut pada batang dikotil bersifat kolateral terbuka dengan letak xilem dan floem berdampingan dengan kambium di antara keduanya. Contoh tumbuhan dikotil adalah mangga, pepaya, belimbing, sukun, nangka, dan masih banyak lagi. Salah satu tumbuhan yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Majalengka adalah sukun (*Artocarpus altilis*). Sukun mudah ditemukan diberbagai daerah di Indonesia, termasuk di Majalengka. Masyarakat di Majalengka sering memanfaatkan sukun menjadi olahan makanan. Salah satu makanan khas Majalengka yang berasal dari sukun adalah keripik sukun. Keripik sukun biasanya dikonsumsi sebagai camilan.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains dan Ilmiah

Nama ilmiah sukun adalah *Artocarpus altilis*. Pohon sukun dapat mencapai 30m, meski umumnya di pedesaan hanya belasan meter tingginya. Sukun termasuk dalam tumbuhan dikotil. Batangnya

besar dan lurus, hingga 8 m, sering dengan akar papan (banir) yang rendah dan memanjang. Bertajuk renggang, bercabang mendatar dan berdaun besar-besar yang tersusun berselang-seling. Buah sukun tidak berbiji dan memiliki bagian yang empuk setelah dimasak atau digoreng. Buah sukun mengandung beragam nutrisi yang penting seperti karbohidrat kompleks, protein, serat, air, mineral, seperti kalium, zat besi, kalsium, magnesium, zinc, dan fosfor, serta vitamin, seperti vitamin B, vitamin C, beta karoten, riboflavin, dan niasin.

2. Teknologi

Proses pembuatan keripik sukun sangatlah mudah. Bahan-bahan yang digunakan pun murah dan mudah ditemukan. Adapun langkah-langkah pembuatan keripik sukun adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, yaitu:
 - 1 buah sukun
 - 2 sdt kapur sirih
 - 2 liter air
 - 1 sdm ketumbar
 - 4 siung bawang putih
 - 1 sdm garam
 - 1 ruas jari kunyit
 - 1 sdt gula pasir
- b. Kupas sukun hingga bagian kulitnya terkelupas semua
- c. Kemudian sukun diiris tipis dan rendam di dalam air larutan kapur sirih dan air selama lima jam
- d. Angkat dan cuci bersih kemudian tiriskan
- e. Membuat bumbu halus dengan memasukan ketumbar, bawang putih, garam, kunyit dan gula pasir kemudian dihaluskan atau diulek.
- f. Lumuri irisan sukun dengan campuran bumbu yang sudah dihaluskan kemudian diaduk rata dan diamkan selama 15 menit atau hingga bumbu meresap
- g. Panaskan minyak, goreng sukun hingga kering dan kecokelatan kemudian angkat dan tiriskan

- h. Simpan sukun di dalam toples atau di dalam wadah kedap udara

3. Engineering (Teknik)

a. Lama Perendaman Sukun dengan Air Kapur

Sukun perlu direndam dengan air kapur agar dapat menghilangkan getahnya. Selain itu, perendaman sukun dengan air kapur juga dapat membuat sukun empuk setelah digoreng. Lama perendaman yang baik untuk menghilangkan getah adalah minimal 5 jam. Bahkan akan lebih baik jika direndam 10-15 jam sebelum diolah.

b. Proses Penggorengan Keripik Sukun

Untuk menghasilkan keripik sukun yang empuk, sukun harus direndam terlebih dahulu dalam air kapur kemudian dicuci dan dibersihkan. Sukun kemudian digoreng hingga matang dan berwarna kecoklatan. Saat proses penggorengan api yang digunakan juga merupakan api kecil. Menggunakan kompor gas lebih disarankan saat penggorengan keripik sukun agar dapat matang dengan merata.

4. Matematika

a. Biaya Bahan Baku:

Sukun (1 buah)	: Rp 7.000
Kapur Sirih	: Rp 2000
Air (2 liter)	: Rp 0
Ketumbar	: Rp 2.000
Bawang Putih (4 siung)	: Rp 2.000
Garam	: Rp 2000
Kunyit (1 ruas jari)	: Rp 2.000
Gula Pasir	: Rp 5000
Total Biaya Bahan Baku	= Rp 22.000

b. Harga Jual:

Dari 1 buah sukun dihasilkan 10 bungkus keripik sukun

Keuntungan perbungkus yang ingin didapat adalah 20% dari harga produksi = 4.400

Harga jual per bungkus = biaya bahan baku perbungkus + keuntungan = 2.200 + 4.400 = 6.600

Total pendapatan = 66.000

c. Keuntungan:

Keuntungan = Rp 66.000 – Rp 22.000 = Rp 44.000

d. Penggunaan Komposisi Bahan

Dalam pembuatan keripik sukun perlu diperhatikan komposisi bahan yang digunakan. Komposisi bahan yang digunakan adalah 1 buah sukun, 2 sdt kapur sirih, 2 liter air, 1 sdm ketumbar, 4 siung bawang putih, 1 sdm garam, 1 ruas jari kunyit, dan 1 sdt gula pasir.

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menjelaskan struktur organ batang tumbuhan beserta fungsinya
Judul Lembar Kerja	: Konsep Struktur dan Fungsi Batang Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep struktur dan fungsi batang berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep struktur dan fungsi batang berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan struktur anatomi dan morfologi organ batang tumbuhan monokotil dan dikotil?
2. Jelaskan fungsi organ batang tumbuhan!

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (Engineering) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Keripik Sukun

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)

2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Keripik Sukun

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.



BAB 5

PEMBELAJARAN STRUKTUR DAN FUNGSI DAUN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA KERIPIK BAYAM CAMILAN RENYAH KHAS MAJALENGKA

Daun sebagai organ tumbuhan memiliki banyak manfaat, selain bermanfaat untuk tumbuhan dalam proses fotosintesis, daun juga bermanfaat bagi manusia karena dapat dimanfaatkan baik sebagai bahan pangan maupun sebagai obat tradisional. Banyak sekali jenis daun yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau olahan makanan seperti kangkung, bayam, dan daun singkong. Salah satu daun yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Majalengka adalah daun bayam. Daun bayam biasa diolah menjadi camilan keripik bayam. Teksturnya yang renyah dan rasanya yang gurih membuat keripik bayam banyak digemari.



Gambar 5. Keripik Bayam

Sumber: <https://img-global.cpcdn.com>

Keripik bayam adalah keripik yang terbuat dari daun bayam dan digoreng dengan menggunakan tepung yang telah dibumbui. Biasanya rasanya adalah asin dengan aroma bawang yang gurih. Keripik bayam menjadi salah satu cemilan baru yang diminati masyarakat Majalengka karena bahan baku pembuatannya yang mudah ditemukan. Selain itu, keripik bayam juga menjadi salah satu alternatif cemilan yang sehat untuk dikonsumsi.

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Struktur dan Fungsi Daun

Daun merupakan organ tumbuhan yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Bentuk daun sangat bervariasi tetapi pada umumnya terdiri dari suatu helai daun (blade) yang pipih dan tangkai daun atau petiole yang menyambungkan daun dengan buku batang.

Daun memiliki pigmen hijau atau klorofil. Bentuk dan ukuran daun sangat bervariasi tetapi daun memiliki komposisi jaringan yang sama yaitu epidermis dan derivatnya, mesofil, dan sistem pembuluh. Daun merupakan organ tumbuhan yang terdiri dari sistem jaringan sebagai berikut.

1. Jaringan Epidermis

Epidermis merupakan lapisan terluar dari daun yang umumnya mempunyai satu lapis sel yang berfungsi melindungi jaringan dari lingkungan luar dan berperan dalam pengaturan pertukaran gas pada daun. Bagian permukaan luar epidermis dilapisi oleh kutikula. Epidermis daun dapat memiliki bentuk spesifik atau struktur tambahan (derivat epidermis) diantaranya adalah trikoma, sel kipas, dan stomata.

- a. Trikoma merupakan salah satu derivat dari epidermis yang berfungsi sebagai rambut pelindung, banyak terdapat di permukaan daun dan mempunyai bentuk yang bervariasi. Trikoma terdapat dua tipe yaitu trikoma tanpa kelenjar dan trikoma berkelenjar. Trikoma berkelenjar berfungsi mencegah penguapan sedangkan trikoma non kelenjar berfungsi sebagai sekresi berbagai bahan pelarut seperti garam, gula, dan polisakarida lainnya.
- b. Sel kipas adalah derivat epidermis yang berfungsi untuk melindungi jaringan di bawahnya agar tidak mengalami kerusakan akibat kehilangan air yang lebih besar serta membuka dan menutupnya daun dalam proses penggulungan daun (Ai dan Audry, 2014).
- c. Stomata merupakan celah pada epidermis yang dibatasi oleh dua sel epidermis yang khusus, yakni sel penutup. Stomata terdapat pada semua bagian tumbuhan di atas tanah, tetapi paling banyak ditemukan pada daun. Pada daun, stomata dapat ditemukan di kedua permukaan daun (amfistomatik) atau pada satu permukaan saja yaitu permukaan atas saja (epistomatik) atau pada permukaan bagian bawah

(hipostomatik), biasanya stomata dijumpai pada permukaan bawah.

Epidermis pada daun terdapat pada permukaan bagian atas (adaxial) dan pada permukaan bagian bawah (abaxial) dan mempunyai fungsi yang berbeda pada lingkungan yang berbeda (Ramadhini, 2021).

2. Jaringan Dasar

Mesofil merupakan jaringan dasar yang dikelilingi epidermis atau terletak di antara epidermis atas dan epidermis bawah. Fungsi jaringan dasar adalah untuk fotosintesis, penyimpanan dan penyokong. Jaringan dasar tumbuhan tidak hanya sebagai pengisi, tetapi juga berperan dalam sebagian besar metabolisme tumbuhan. Mesofil merupakan bagian paling utama pada organ daun karena banyak mengandung kloroplas serta ruang antarsel yang berfungsi untuk fotosintesis. Mesofil umumnya terdiri dari jaringan tiang dan jaringan bunga karang.

- a. Jaringan Tiang (Palisade), banyak mengandung kloroplas yang sangat penting dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis. Jaringan palisade dapat ditemukan tepat dibawah terdiri dari satu atau beberapa lapis jaringan. Jaringan palisade tersusun rapat dan lebih kompak daripada jaringan spons. Jaringan sel membentuk struktur sel yang memanjang tegak lurus terhadap permukaan helai daun. Pada sel palisade terdapat banyak kloroplas yang melekat di tepi dinding sel.
- b. Jaringan Bunga Karang (Spons), terletak di bagian bawah dari jaringan palisade dan memiliki struktur atau bentuk yang lebih beragam. Ruang antar sel pada jaringan ini lebih luas jika dibandingkan dengan palisade sehingga jaringan ini sangat cocok dalam menyimpan udara dan air.

3. Jaringan Pembuluh

Sistem jaringan pembuluh tersebar di seluruh helai daun. Berkas pembuluh dalam daun biasanya disebut dengan tulang daun dan sistemnya adalah sistem tulang daun. Jaringan pembuluh pada daun berisi jaringan yang berfungsi sebagai sistem transportasi bahan dan hasil fotosintesis, terdiri dari xylem dan floem.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains dan Ilmiah

Bayam termasuk dalam genus *Amaranthus*. Nama ilmiah bayam adalah *Amaranthus Cruentus*. Bayam merupakan terna semusim yang menyukai iklim hangat dan cahaya kuat. Bayam relatif tahan terhadap pencahayaan langsung karena merupakan tumbuhan C4. Batang bayam berair. Daunnya bertangkai dan berbentuk bulat telur, berwarna hijau, merah, atau hijau keputihan. Bunga tersusun majemuk, bagian bawah duduk di ketiak, bagian atas berkumpul menjadi karangan bunga di ujung tangkai dan ketiak percabangan. Bijinya berwarna hitam, kecil, dan keras. Bayam dikenal sebagai tumbuhan yang kaya akan zat besi.

2. Teknologi

Proses pembuatan keripik bayam sangatlah mudah dan sederhana. Bahan-bahan yang digunakan pun murah dan mudah ditemukan. Adapun langkah-langkah pembuatan keripik bayam adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, yaitu:

• 250 gram tepung beras	• 4 siung bawang putih
• 50 gram tepung tapioka	• 1/2 sdt ketumbar
• 60 lembar daun bayam segar	• 1 cm kunyit
• 1/2 sdt kaldu bubuk	• 2 butir kemiri
• 250 ml air	• 1 sdt garam
 - b. Campurkan tepung beras, tepung tapioka, kaldu bubuk, dan bumbu halus (bawang putih, ketumbar, kunyit, kemiri dan garam).
 - c. Tuangkan air ke adonan kemudian aduk rata hingga semua bahan larut.
 - d. Panaskan minyak goreng.
 - e. Celupkan daun bayam ke adonan tepung. Goreng hingga matang. Angkat dan tiriskan.
 - f. Agar keripik bayam lebih renyah tahan lama, panggang keripik bayam yang sudah digoreng dalam oven sekitar 30 menit. Setelah uap panasnya hilang, keripik bayam bisa disimpan dalam toples yang rapat.
3. Engineering (Teknik)
- a. Proses Penggorengan Keripik Bayam
Untuk menghasilkan keripik bayam yang renyah, bayam harus dilumuri tepung beras terlebih dahulu secara merata. Bayam kemudian digoreng hingga matang dan berwarna kuning keemasan. Saat proses penggorengan api yang digunakan juga merupakan api kecil. Menggunakan kompor gas lebih disarankan saat penggorengan keripik bayam agar dapat matang dengan merata.
 - b. Lama Pemangangan Keripik Bayam dalam Oven
Agar keripik bayam lebih renyah tahan lama, keripik bayam yang sudah digoreng harus dipanggang dalam oven selama 30 menit. Hal ini dilakukan untuk mengeringkan

dan menyerap kadar air dalam bayam agar keripik bayam memiliki tekstur renyah dan dapat tahan lama.

4. Matematika

a. Biaya Bahan Baku:

Tepung Beras (250 gram)	: Rp 3.000
Tepung Tapioka (50 gram)	: Rp 1.000
Daun Bayam Segar (60 lembar)	: Rp 3.000
Kaldu Bubuk	: Rp 2000
Air (250 ml)	: Rp 0
Bawang Putih (4 siung)	: Rp 1.000
Ketumbar	: Rp 2.000
Kunyit (1 buah)	: Rp 1.000
Kemiri (2 butir)	: Rp 1.000
Garam	: Rp 2.000
Total Biaya Bahan Baku	= Rp 16.000

b. Harga Jual:

Dari bahan baku di atas dihasilkan 10 bungkus keripik bayam
Keuntungan perbungkus yang ingin didapat adalah 20% dari
harga produksi = 3.200

Harga jual per bungkus = biaya bahan baku perbungkus +
keuntungan = 1.600 + 3.200 = 4.800

Total pendapatan = 48.000

c. Keuntungan:

Keuntungan = Rp 48.000 – Rp 16.000 = Rp 32.000

d. Penggunaan Komposisi Bahan

Dalam pembuatan keripik bayam perlu diperhatikan komposisi bahan yang digunakan. Komposisi bahan yang digunakan adalah 250 gram tepung beras, 50 gram tepung tapioka, 60 lembar daun bayam segar, 1/2 sdt kaldu bubuk, 250 ml air, 4 siung bawang putih, 1/2 sdt ketumbar, 1 cm kunyit, 2 butir kemiri, dan 1 sdt garam.

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menjelaskan struktur organ daun tumbuhan berserta fungsinya
Judul Lembar Kerja	: Konsep Struktur dan Fungsi Organ Daun Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep struktur dan fungsi organ daun pada tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep struktur dan fungsi daun berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyck dan dosen membimbing dalam penyusunan project

6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan struktur anatomi daun!
2. Jelaskan struktur morfologi daun!
3. Jelaskan perbedaan daun monokotil dan dikotil?

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (Engineering) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Keripik Bayam

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)
2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Keripik Bayam

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.



BAB 6

PEMBELAJARAN AIR DAN ZAT HARA BAGI TUMBUHAN BERBASIS ETNO- STEM DENGAN TEMA TEMPE KHAS MAJALENGKA

Tempe merupakan makanan yang terbuat dari kacang kedelai atau beberapa bahan lain yang diproses melalui fermentasi menggunakan mikroorganisme kapang *Rhizopus* sp. Masyarakat Majalengka sering memanfaatkan kedelai untuk dibuat tempe.



Gambar 6. Tempe
Sumber: Dokumen Pribadi

Tempe nantinya dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan yang lezat dan bergizi. Bahan utama pembuatan tempe adalah kedelai (*Glicine max*) yang selama pertumbuhannya memerlukan air dan zat hara untuk tumbuh. Pembahasan mengenai air dan zat hara akan dibahas pada bab ini.

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Air dan Zat Hara Bagi Tumbuhan

1. Fungsi dan sifat air dalam tumbuhan

Tumbuhan memerlukan air untuk melakukan berbagai proses. Salah satu manfaat air bagi tumbuhan diantaranya adalah untuk proses fotosintesis. Fotosintesis ini kemudian nantinya akan menghasilkan oksigen yang sangat dibutuhkan untuk berbagai kebutuhan makhluk hidup. Selain melakukan proses fotosintesis, air juga memiliki beberapa fungsi penting lain yaitu:

- Sebagai komponen utama dalam proses fotosintesis serta transpirasi pada tumbuhan.
- Air juga mengandung senyawa yang berfungsi dalam pembentukan protoplasma.
- Air dapat bekerja sebagai pelarut zat hara dalam proses masuknya mineral dari tanah ke dalam tanaman serta mendistribusikannya ke seluruh bagian tubuh tumbuhan.
- Air berfungsi sebagai senyawa yang digunakan untuk proses reaksi metabolisme tumbuhan.
- Air akan menjaga turgiditas sel dan menjaganya tetap dalam kondisi baik.
- Air berfungsi sebagai senyawa yang dapat digunakan untuk mengatur mekanisme pergerakan membuka atau menutup stomata pada tumbuhan.

- Air berfungsi untuk memperpanjang sel tumbuhan, serta sebagai bahan untuk berbagai kegiatan tumbuh serta berkembangnya tumbuhan.
 - Air berfungsi dalam membantu proses respirasi pada tumbuhan.
2. Difusi, osmosis, imbibisi, dan plasmolisis
 - a. Difusi adalah peristiwa mengalirnya atau berpindahnya suatu zat dalam pelarut dari bagian berkonsentrasi tinggi ke bagian yang berkonsentrasi rendah.
 - b. Osmosis adalah perpindahan molekul terlarut melalui selaput semipermeabel dari bagian yang lebih encer ke bagian yang lebih pekat atau dari bagian yang konsentrasi pelarut (misalnya air) rendah (hipotonis) ke konsentrasi pelarut (misalnya air) tinggi (hipertonis).
 - c. Imbibisi adalah peristiwa penyerapan air oleh permukaan zat-zat yang hidrofilik, seperti protein, pati, selulosa, agar-agar, gelatin, liat dan lainnya yang menyebabkan zat tersebut dapat mengembang setelah menyerap air.
 - d. Plasmolisis adalah peristiwa mengerutnya sel tumbuhan karena kehilangan air sehingga protoplasmanya mengalami penyusutan.
 3. Mekanisme penyerapan zat hara

Secara umum, mekanisme gerakan unsur hara dari larutan tanah ke permukaan akar dikelompokkan menjadi 3 cara yaitu intersepsi akar, aliran masa dan difusi. Setelah unsur hara memasuki jaringan akar tanaman, maka unsur hara ini diangkut melalui xylem dari akar ke daun. Pergerakan unsur hara dari akar ke daun dipengaruhi oleh tiga kondisi yaitu daya dorong akar, daya tarik daun, dan sifat kapilaritas pembuluh.

Dengan adanya ketiga kondisi ini, unsur hara dapat sampai ke daun kemudian bereaksi dengan glukosa hasil fotosintesis, dan diedarkan ke seluruh bagian tanam melalui pembuluh floem.

4. Faktor yang mempengaruhi penyerapan zat hara
Proses pergerakan hara dari akar ke dalam tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal terdiri dari daya tekan akar, daya kapilaritas, dan daya hisap daun. Sedangkan faktor eksternal terdiri dari faktor klimatik (suhu udara, kelembaban, cahaya, kecepatan angin) dan faktor edafik (kadar air tanah dan suhu tanah).
5. Unsur makro dan mikro
Tanaman membutuhkan asupan unsur hara agar dapat tumbuh dan berkembang serta menghasilkan buah yang berkualitas. Terdapat dua jenis unsur hara, yakni unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro, yaitu unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar. unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit. Contoh unsur hara makro adalah Nitrogen (N), Sulfur (S), Magnesium (Mg), Fosfor (P), Kalsium (Ca), dan Kalium (K). Sementara beberapa contoh unsur hara mikro antara lain Tembaga (Cu), Boron (B), Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), serta Molibdenum (Mo).

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains dan Ilmiah
Nama ilmiah kedelai adalah *Glycine max*. Kedelai atau soya adalah salah satu tanaman jenis Fabaceae (polong-polongan) yang polongnya menjadi bahan dasar untuk banyak makanan dari Asia Timur seperti susu kedelai, kecap, tahu, dan tempe. Kedelai merupakan terna dikotil semusim dengan percabangan sedikit, sistem perakaran akar tunggang, dan batang berkambium.

Kedelai dapat berubah penampilan menjadi tumbuhan setengah merambat dalam keadaan pencahayaan rendah.

2. Teknologi

Proses pembuatan tempe dapat dilakukan di rumah, cara pembuatannya tidak terlalu sulit. Adapun langkah-langkah pembuatan tempe adalah sebagai berikut.

- a. Menyiapkan bahan yang akan digunakan, yaitu biji kedelai 2 kg dan ragi tempe 1 sdt.
- b. Kedelai dicuci dengan air mengalir hingga bersih, kemudian rendam kedelai selama 5 jam.
- c. Setelah selesai direndam, lalu cuci kembali rendaman kedelai sampai bersih.
- d. Selanjutnya, rebus rendaman kedelai yang telah dicuci bersih selama 30 – 45 menit, setelah itu rendam selama satu malam.
- e. Cara berikutnya, kupas kulit ari kedelai yang telah direndam semalam dengan menggunakan tangan atau memanfaatkan mesin, setelah itu cuci hingga bersih.
- f. Kukus selama 20 menit, kemudian angkat dan dinginkan sejenak lalu taburi ragi temped an aduk hingga rata.
- g. Setelah itu, bungkus kedelai dengan menggunakan daun pisang maupun plastik, sesuai yang diinginkan.
- h. Proses fermentasi pun akan membutuhkan waktu 2 hari dengan suhu ruangan normal. Jika kacang kedelai sudah tertutup oleh jamur secara merata, maka tempe sudah matang dan siap diolah menjadiberbagai hidangan.

3. Engineering (Teknik)

a. Lama Perendaman Kedelai

Setelah dicuci bersih, kedelalh direndam di dalam air selama 5 jam. Tujuan tahap perendaman ialah untuk hidrasi biji kedelai dan membiarkan terjadinya fermentasi asam laktat secara alami agar diperoleh keasaman yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fungi. Ketika perendaman, pada kulit

biji kedelai telah berlangsung proses fermentasi oleh bakteri yang terdapat di air terutama oleh bakteri asam laktat. Selain itu, perendaman bertujuan untuk melunakkan biji dan mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk selama fermentasi.

b. Proses Fermentasi

Proses fermentasi pada pembuatan tempe memerlukan waktu 2 hari dengan suhu ruang normal. Biasanya kacang kedelai dibungkus oleh daun pisang maupun plastik yang dilubangi agar aliran udara tetap masuk. Dalam proses fermentasi, kelembaban ruangan dan juga suhu harus diperhatikan agar jamur dapat berkembang dengan baik. Saat proses fermentasi, jamur akan berkembang biak membentuk hifa atau miselia kapang yang mengikat satu sama lain. Pertumbuhan miselia kapang ini merekatkan biji-biji kedelai dan menjadikan tempe berwarna putih serta memiliki tekstur yang lunak.

4. Matematika

a. Biaya Bahan Baku:

2 kg kedelai	= 20.000
Ragi tempe	= 5.000
Total Biaya Bahan Baku	= Rp 25.000

b. Harga Jual:

- Dari bahan baku di atas dihasilkan 10 buah tempe
- Keuntungan perbungkus yang ingin didapat adalah %10 dari harga produksi = 2.500

Harga jual per bungkus = biaya bahan baku perbungkus +
keuntungan = 2.500 + 2.500 = 5.000

Total pendapatan = 50.000

c. Keuntungan:

Keuntungan = Rp 50.000 – Rp 25.000 = Rp 25.000

d. Komposisi Bahan

Dalam pembuatan tempe perlu diperhatikan komposisi bahan yang digunakan. Komposisi bahan yang digunakan adalah 2kg kedelai dan 1 sdt ragi tempe. Penggunaan ragi dalam pembuatan tempe penting untuk mendukung proses fermentasi tempe. Jumlah ragi yang diberikan pun harus tepat.

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menjelaskan pentingnya air dan zat hara bagi tumbuhan
Judul Lembar Kerja	: Konsep Air dan Zat Hara bagi Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep air dan zat hara bagi tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep air dan zat hara bagi tumbuhan berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan fungsi air bagi tumbuhan?
2. Bagaimana proses terjadinya difusi, osmosis, imbibisi, dan plasmolisis?
3. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi zat hara?

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (Engineering) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Tempe

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)
2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Tempe

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.



BAB 7

PEMBELAJARAN TRANSPORTASI AIR PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO- STEM DENGAN TEMA NATA DE COCO KHAS KOTA KUNINGAN

Nata de coco adalah produk pangan yang terbuat dari air kelapa yang difermentasi oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. Nata de coco memiliki tekstur yang kenyal dan digunakan dalam berbagai hidangan seperti minuman, dessert, dan salad buah.



Gambar 7. Nata de Coco

Sumber: <https://www.yummy.co.id>

Nata de coco mengandung serat yang tinggi, makanan berserat ini dapat dikonsumsi oleh masyarakat diberbagai tingkat usia. Nata de coco berperan pada proses pencernaan yaitu berperan dalam pengolahan makanan di usus halus serta penyerapan air di usus besar (Sumardi, 2010). Nata de coco juga memainkan peran yang penting dalam mengatur sistem imun, sehingga dapat mencegah konstipasi, hemoroid, menurunkan resiko penyakit kardiovaskuler, diabetes dan obesitas.

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Buah kelapa (*Cocos nucifera*) menunjukkan beberapa hubungan yang menarik dengan trans portasi air dalam tumbuhan:

1. Struktur Akar

Pohon kelapa memiliki sistem akar serabut yang luas dan dangkal, yang efektif dalam menyerap air dari lapisan tanah permukaan. Struktur akar ini memungkinkan penyerapan air yang efisien, bahkan di lingkungan berpasir dan pesisir di mana pohon kelapa sering tumbuh (Hanafiah, 2004).

2. Transpirasi

Pohon kelapa mengandalkan transpirasi untuk menggerakkan air dari akar ke daun dan buah. Transpirasi menciptakan daya tarik yang membantu mengangkut air dan nutrisi melalui jaringan xilem (Sumenda dkk, 2011).

3. Peran Air dalam Pertumbuhan Buah

Air sangat penting untuk pertumbuhan buah kelapa. Buah kelapa mengandung banyak air, terutama dalam bentuk air kelapa muda. Air ini penting untuk pembentukan dan perkembangan endosperma cair (air kelapa) dan endosperma padat (daging kelapa).

4. Penyimpanan Air

Buah kelapa berfungsi sebagai penyimpan air alami. Air kelapa yang terdapat di dalam buah berfungsi sebagai sumber hidrasi bagi embrio kelapa selama fase perkecambahan. Ini sangat penting, terutama di lingkungan dengan ketersediaan air terbatas.

5. Adaptasi Lingkungan

Pohon kelapa sering ditemukan di daerah pantai dan tropis yang mungkin memiliki kadar garam tinggi dan air tanah yang terbatas. Kemampuan sistem akar untuk menyerap air dan pengangkutan air yang efisien membantu pohon kelapa bertahan di lingkungan tersebut.

6. Kewirausahaan

Suatu proses mengkreasikan dengan menambah nilai sesuatu yang dicapai melalui usaha yang keras dan proses waktu yang tepat dengan memperkirakan biaya pendukung fisik, resiko, sosial dan akan menerima kebanggaan berupa keuangan dan kepuasan serta kemandirian personal merupakan pengertian dari kewirausahaan.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains Ilmiah

a. Klasifikasi Tumbuhan

Kelapa, yang memiliki nama ilmiah *Cocos nucifera*, adalah tanaman yang termasuk dalam keluarga pohon palem. Berikut adalah klasifikasi ilmiah lengkap dari tumbuhan kelapa:

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)

Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)

Kelas : Liliopsida (Monokotil)
Ordo : Arecales (Ordo palem-paleman)
Famili : Arecaceae (Suku palem-paleman)
Genus : *Cocos*
Spesies : *Cocos nucifera*

Kelapa adalah salah satu tumbuhan yang penting secara ekonomi dan budaya di banyak negara tropis. Seluruh bagian dari pohon kelapa dapat dimanfaatkan, mulai dari buah, batang, hingga daunnya.

b. Morfologi Tumbuhan Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) mencakup berbagai ciri fisik yang dapat dikenali pada tanaman ini, mulai dari akar hingga daunnya. Berikut adalah rincian morfologi kelapa:

- 1) Kelapa memiliki sistem perakaran serabut yang dangkal dan menyebar luas. Akar-akar ini tumbuh dari pangkal batang dan tidak memiliki akar tunggang. Akar kelapa biasanya berwarna cokelat atau kehitaman.
- 2) Batang kelapa berbentuk silindris dan tidak bercabang, dengan diameter yang cenderung sama dari bawah hingga ke atas. Batangnya bersifat keras dan berserat, dengan bekas lingkaran daun yang gugur (bekas pelepah daun). Batang kelapa dapat mencapai ketinggian antara 10 hingga 30 meter.
- 3) Daun kelapa berbentuk menyirip (pinnate) dengan panjang mencapai 4-6 meter. Setiap daun terdiri dari sekitar 200-250 anak daun (leaflets) yang tersusun sejajar di sepanjang tulang daun utama. Daun kelapa berwarna hijau mengkilap.
- 4) Bunga kelapa bersifat majemuk, tumbuh di antara pelepah daun (spadix), dan tersusun dalam tandan. Kelapa memiliki bunga jantan dan betina yang terpisah tetapi berada dalam satu tandan. Bunga jantan berukuran

lebih kecil dan lebih banyak, sementara bunga betina lebih besar dan berada di bagian bawah tandan.

- 5) Buah kelapa merupakan buah batu (drupe) yang besar, dengan tiga lapisan utama: **Eksokarp**, lapisan terluar yang berwarna hijau ketika muda dan berubah menjadi cokelat tua ketika matang. **Mesokarp**, lapisan tengah yang berserat dan tebal, dikenal sebagai sabut kelapa. **Endokarp**, lapisan terdalam yang keras dan membentuk tempurung kelapa. Di dalamnya terdapat daging buah (endosperma) yang berwarna putih dan cairan kelapa (air kelapa) yang ada di rongga dalam buah.
- 6) Biji kelapa terletak di dalam endokarp dan terdiri dari embrio kecil yang melekat pada daging buah. Biji ini yang akan tumbuh menjadi tanaman baru jika berkecambah.

2. Teknologi

Membuat nata de coco melibatkan proses fermentasi air kelapa dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk membuat nata de coco:

Bahan-Bahan:

- a. Air Kelapa: 1 liter (lebih disukai air kelapa tua)
- b. Gula Pasir: 100-150 gram
- c. Asam Asetat (Cuka): 10-20 ml
- d. Bakteri Starter Nata de Coco (*Acetobacter xylinum*): 10-20 ml (bisa didapatkan dari nata de coco yang sudah jadi atau dibeli di toko bahan kimia)
- e. Panci dan Peralatan: Panci stainless steel, wadah fermentasi, saringan, kain kasa, dan pisau.

Langkah-Langkah:

- a. Persiapan Air Kelapa
 - Saring air kelapa untuk menghilangkan kotoran dan endapan. Pastikan air kelapa bersih untuk menghindari kontaminasi selama fermentasi.

- b. Pemasakan Larutan
- Rebus air kelapa yang telah disaring, lalu tambahkan gula pasir. Aduk hingga gula larut sepenuhnya.
 - Biarkan larutan mendidih selama beberapa menit, kemudian angkat dan biarkan hingga larutan hangat (sekitar $^{\circ}40-30C$).
- c. Penambahan Asam Asetat:
- Setelah larutan air kelapa dan gula menjadi hangat, tambahkan asam asetat atau cuka ke dalamnya. Aduk hingga merata. Asam asetat berfungsi untuk mengatur pH larutan agar sesuai dengan kebutuhan bakteri.
- d. Inokulasi Bakteri:
- Tuang larutan ke dalam wadah fermentasi yang bersih dan steril. Tambahkan bakteri starter (*Acetobacter xylinum*) ke dalam larutan. Aduk perlahan agar bakteri tersebar merata.
- e. Fermentasi:
- Tutup wadah fermentasi dengan kain kasa atau kain bersih yang bisa mengalirkan udara, lalu diamkan di tempat yang bersih, teduh, dan pada suhu ruangan.
 - Biarkan selama 10-7 hari. Selama waktu ini, bakteri akan membentuk lapisan nata (selulosa) di permukaan larutan. Jangan mengganggu atau memindahkan wadah selama fermentasi agar lapisan nata terbentuk dengan baik.
- f. Pemanenan Nata:
- Setelah fermentasi selesai, lapisan nata akan terbentuk tebal di permukaan. Angkat nata dari wadah fermentasi dengan hati-hati.
 - Cuci nata dengan air bersih beberapa kali untuk menghilangkan bau asam dari fermentasi. Jika diperlukan, nata dapat direndam dalam air bersih selama beberapa jam atau semalaman.

g. Pemotongan dan Pemasakan:

- Potong nata de coco sesuai dengan ukuran yang diinginkan.
- Rebus nata dalam air mendidih selama 30-15 menit untuk memastikan nata matang sempurna dan tidak berbau asam.

h. Pemberian Rasa (Opsional):

- Jika ingin menambahkan rasa manis, rebus nata de coco dalam larutan gula sesuai selera. Nata juga bisa direndam dalam sirup atau jus buah untuk variasi rasa.

i. Pengemasan

- Setelah nata de coco siap, simpan dalam wadah kedap udara atau langsung digunakan dalam berbagai resep.

3. Teknik (*Engineering*)

Proses pembuatan nata de coco harus memperhatikan 2 teknik penting yaitu:

a. Penambahan Asam Asetat

Setelah larutan air kelapa dan gula menjadi hangat, tambahkan asam asetat atau cuka ke dalamnya. Aduk hingga merata. Asam asetat berfungsi untuk mengatur pH larutan agar sesuai dengan kebutuhan bakteri.

b. Inokulasi Bakteri

Tuang larutan ke dalam wadah fermentasi yang bersih dan steril. Tambahkan bakteri starter (*Acetobacter xylinum*) ke dalam larutan. Aduk perlahan agar bakteri tersebar merata.

Pemanfaatan nata de coco harus melalui perebusan air kelapa, penambahan gula pasir, penambahan cuka glasial, penuangan ke dalam wadah, penambahan starter dan inkubasi. Pemanenan nata dapat dilakukan setelah nata di inkubasi selama 7 hari.

4. Matematika

Untuk mengelola dan menganalisis penjualan nata de coco, berbagai konsep matematika dapat diterapkan. Berikut adalah beberapa contoh bagaimana matematika dapat digunakan dalam konteks penjualan nata de coco:

a. Menghitung Biaya Produksi

Biaya produksi nata de coco dapat dihitung dengan menjumlahkan semua biaya yang terkait dengan pembuatan produk, seperti bahan baku, tenaga kerja, dan overhead.

Misalnya:

- Biaya air kelapa: Rp 5.000 per liter
- Biaya gula: Rp 3.000 per 150 gram
- Biaya asam asetat: Rp 2.000 per 20 ml
- Biaya starter bakteri: Rp 10.000 per 20 ml
- Biaya lain-lain: Rp 10.000

Jika satu batch menghasilkan 10 kg nata de coco, total biaya bahan baku bisa dihitung sebagai berikut:

- Total biaya bahan baku per batch
- $Rp5.000 + Rp3.000 + Rp2.000 + Rp10.000 + Rp10.000 = Rp30.000$
- Total Biaya Produksi per Batch

Misalnya, jika biaya tambahan lain (misalnya tenaga kerja, overhead, dan kemasan) totalnya Rp 50.000, maka total biaya produksi adalah:

- Total Biaya Produksi = Total biaya bahan baku + biaya lain-lain
Total Biaya Produksi = $Rp30.000 + Rp50.000 = Rp80.000$

Biaya Produksi per Kilogram: Jika satu batch menghasilkan 10 kg nata de coco, maka biaya produksi per kilogram adalah:

$$\text{Biaya per kg} = \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Jumlah Kg}}$$

$$\text{Biaya per kg} = \frac{\text{Rp}80.000}{10} = \text{Rp } 80.000$$

b. Penentuan Harga Jual

Harga jual per kilogram dapat ditentukan dengan menambahkan margin keuntungan ke biaya produksi per kilogram.

Contoh margin keuntungan, misalkan Anda ingin mendapatkan margin keuntungan sebesar 50%, maka harga jual per kilogram bisa dihitung sebagai:

$$\text{Harga Jual} = \text{Biaya per kg} \times (1 + \text{Margin Keuntungan})$$

$$\text{Harga Jual} = \text{Rp } 8.000 \times (1 + 0,5) = \text{Rp } 8.000 \times 1,5 = \text{Rp}12.000$$

c. Menghitung Keuntungan

Keuntungan dari penjualan nata de coco dapat dihitung dengan mengurangi total biaya produksi dari total pendapatan. Misalnya, jika Anda menjual 100 kg nata de coco dengan harga Rp 12.000 per kg:

$$\text{Pendapatan} = 100 \times 12.000 = \text{Rp}1.200.000$$

$$\text{Total biaya produksi} = 100 \times 8.000 = \text{Rp}800.000$$

Maka, keuntungan:

$$\text{Keuntungan} = 1.200.000 - 800.000 = \text{Rp } 400.000$$

Nata de coco memiliki berbagai manfaat, terutama karena kandungan seratnya yang tinggi dan kalorinya yang rendah. Berikut adalah beberapa manfaat dari nata de coco:

1. Nata de coco kaya akan serat, terutama serat larut, yang dapat membantu melancarkan pencernaan dan mencegah sembelit. Serat juga berperan dalam menjaga keseimbangan bakteri baik di usus.

2. Nata de coco sangat rendah kalori dan tidak mengandung lemak, menjadikannya pilihan yang baik untuk mereka yang ingin menjaga berat badan atau mengurangi asupan kalori.
3. Meskipun sebagian besar nata de coco berasal dari selulosa, cairan kelapa yang digunakan dalam pembuatannya mengandung elektrolit alami seperti kalium, yang dapat membantu menghidrasi tubuh.
4. Kandungan serat dalam nata de coco membantu memperlambat penyerapan gula di usus, yang dapat membantu mengontrol kadar gula darah dan mencegah lonjakan gula darah yang tiba-tiba.
5. Serat yang terkandung dalam nata de coco dapat membantu mengurangi kadar kolesterol dalam darah, yang berkontribusi pada kesehatan jantung dengan mencegah penumpukan plak di arteri.
6. Kandungan seratnya yang tinggi dan rendah kalori, nata de coco memberikan rasa kenyang lebih lama, yang dapat membantu mengontrol nafsu makan dan mencegah makan berlebihan.
7. Nata de coco dapat memberikan sedikit energi karena mengandung karbohidrat sederhana dari gula yang ditambahkan selama proses pembuatan. Ini membuatnya menjadi camilan yang baik untuk menambah energi dengan cepat.
8. Kandungan air dan serat dalam nata de coco dapat membantu menjaga kelembapan kulit, serta mendukung detoksifikasi alami tubuh melalui pencernaan yang sehat.

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menguraikan proses transportasi air pada tumbuhan
Judul Lembar Kerja	: Konsep Transportasi Air pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep Transportasi Air pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep Transportasi Air pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan proses transportasi air pada tumbuhan?
2. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi?

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (Engineering) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Nata de Coco

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)

- Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Nata de Coco

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

- Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
- Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.



BAB 8

PEMBELAJARAN FOTOSINTESIS PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA DODOL MANGGA KHAS KOTA INDRAMAYU

Dodol mangga adalah salah satu variasi dari dodol, sebuah makanan tradisional Indonesia yang terbuat dari tepung ketan, gula, dan santan. Dalam dodol mangga, ditambahkan sari buah mangga untuk memberikan cita rasa yang khas dan menyegarkan. Dodol ini memiliki tekstur yang kenyal dan lengket, serta rasa manis yang berpadu dengan aroma dan rasa mangga yang kuat. Dodol mangga sering dijadikan oleh-oleh khas Indramayu atau hidangan penutup dalam berbagai acara, terutama di daerah-daerah yang terkenal dengan produksi mangganya.



Gambar 8. Produk Dodol Mangga

Sumber: <https://www.yummy.co.id>

Proses pembuatannya memerlukan waktu dan ketelatenan, karena campuran harus dimasak secara perlahan sambil terus diaduk hingga mengental. Hasil akhirnya adalah camilan yang lezat dengan cita rasa mangga yang kuat.

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Daun mangga mengandung klorofil yang termasuk sebagai pigmen fotosintesis yang terdapat pada tumbuhan-tumbuhan. Kloroplas berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis (Sumeda dkk, 2011). Fotosintesis adalah proses di mana tumbuhan hijau, termasuk pohon mangga, mengubah energi matahari menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa (Lakitan, 2001). Proses ini terjadi di daun dan melibatkan beberapa tahap:

1. Penyerapan cahaya matahari klorofil dalam kloroplas daun menyerap cahaya matahari.

2. Pemecahan air berupa energi dari cahaya matahari digunakan untuk memecah molekul air (H_2O) menjadi oksigen (O_2), proton (H^+), dan elektron (e^-).
3. Pembentukan ATP dan NADPH, elektron dan proton yang dihasilkan digunakan untuk membentuk ATP dan NADPH, yang merupakan sumber energi dan elektron yang diperlukan untuk tahap berikutnya.
4. Siklus calvin, ATP dan NADPH digunakan dalam siklus Calvin untuk mengubah karbon dioksida (CO_2) menjadi glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Glukosa ini kemudian dapat diubah menjadi berbagai bentuk gula dan pati yang disimpan di berbagai bagian tumbuhan, termasuk buah mangga.

Hasil fotosintesis, terutama glukosa, digunakan oleh pohon mangga untuk pertumbuhan dan perkembangan buah. Buah mangga menyimpan gula, vitamin, dan nutrisi lainnya yang dibutuhkan untuk pembentukan rasa dan tekstur buah yang kita nikmati.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains Ilmiah

Nama ilmiah mangga adalah *Mangifera indica*. Mangga termasuk dalam keluarga *Anacardiaceae* dan merupakan buah tropis yang sangat populer di banyak negara, terutama di wilayah Asia Selatan dan Asia Tenggara (Salisbury, 1991). Mangga dikenal karena rasa manisnya yang khas dan kaya akan vitamin serta nutrisi. Berikut adalah klasifikasi ilmiah mangga (*Mangifera indica*):

Kingdom	: Plantae
Clade	: Angiosperms
Clade	: Eudicots

Clade	: Rosids
Order (Ordo)	: Sapindales
Family (Familia)	: Anacardiaceae
Genus	: <i>Mangifera</i>
Species (Spesies)	: <i>Mangifera indica</i>

Morfologi mangga (*Mangifera indica*) mencakup berbagai aspek dari struktur fisik tanaman, termasuk akar, batang, daun, bunga, dan buahnya. Berikut adalah deskripsi rinci:

- Akar mangga adalah akar tunggang yang kuat dan dalam, yang dapat mencapai kedalaman lebih dari 6 meter. Akar ini berfungsi untuk menopang pohon yang bisa tumbuh besar dan tinggi.
- Pohon mangga memiliki batang berkayu yang keras dengan permukaan kulit kayu yang agak kasar dan berwarna cokelat keabu-abuan. Batang dapat tumbuh mencapai ketinggian hingga 40-30 meter, meskipun biasanya lebih pendek dalam budidaya.
- Batang utama biasanya bercabang-cabang pada ketinggian tertentu, membentuk kanopi yang lebar dan rimbun.
- Daun mangga berbentuk lanset atau elips dengan ujung meruncing, panjangnya antara 35-15 cm, dan lebar 16-6 cm.
- Daun muda berwarna merah muda atau merah kekuningan dan berubah menjadi hijau tua saat dewasa.
- Daun disusun secara spiral dan seringkali beraroma harum saat dihancurkan.
- Bunga mangga kecil, berwarna putih kekuningan, dan tumbuh dalam bentuk malai (inflorescence) yang panjangnya bisa mencapai 40 cm.
- Bunga mangga bersifat poligam, artinya ada bunga jantan dan bunga sempurna (hermaprodit) dalam satu malai yang sama.

- Pohon mangga biasanya berbunga pada akhir musim kemarau atau awal musim hujan.
- Buah mangga bervariasi dalam bentuk, bisa bulat, oval, atau elips, tergantung varietasnya.
- Ukuran buah juga bervariasi, dengan panjang antara 25-10 cm dan berat bisa mencapai 0,2 hingga 2 kg.
- Warna kulit mangga matang dapat bervariasi dari hijau, kuning, hingga merah, tergantung varietasnya.
- Daging buah berwarna kuning hingga oranye, manis, dan bertekstur lembut, mengandung banyak sari.
- Bijinya tunggal, besar, dan pipih, terletak di tengah buah dan dilindungi oleh endokarp yang keras.
- Mangga biasanya tumbuh di daerah tropis dan subtropis, membutuhkan iklim panas dengan curah hujan yang cukup untuk berkembang dengan baik.

Pohon mangga dikenal tahan lama dan bisa berbuah selama puluhan tahun, sehingga sering dijadikan tanaman komersial di berbagai negara penghasil mangga

2. Teknologi

Berikut adalah langkah-langkah untuk membuat dodol mangga:

Bahan-bahan:

- a. 2 kg mangga matang (dagingnya dihaluskan)
- b. 500 gram gula pasir
- c. 200 gram tepung ketan
- d. 200 ml santan kental
- e. 100 ml air
- f. 1/2 sdt garam
- g. 2 lembar daun pandan (opsional)

Alat-alat:

- a. Wadah untuk menghaluskan mangga
- b. Panci besar untuk memasak
- c. Sendok kayu atau spatula

- d. Loyang atau wadah datar untuk mencetak dodol
- e. Plastik atau daun pisang untuk membungkus (opsional)

Langkah-langkah:

- a. Persiapan Mangga, kupas mangga dan ambil dagingnya. Haluskan daging mangga dengan blender atau food processor hingga menjadi pure.
 - b. Mencampur bahan, dengan mencampurkan pure mangga, gula pasir, tepung ketan, santan, air, dan garam dalam panci besar. Aduk rata hingga tidak ada gumpalan.
 - c. Memasak dodol, dengan panaskan campuran bahan dengan api sedang. Aduk terus menerus menggunakan sendok kayu atau spatula untuk mencegah adonan gosong di bagian bawah panci. Jika menggunakan daun pandan, masukkan daun pandan ke dalam adonan saat memasak untuk memberikan aroma harum. Masak adonan hingga mengental dan berubah warna menjadi lebih gelap. Proses ini biasanya memakan waktu sekitar 2-3 jam. Terus aduk hingga adonan benar-benar kental dan lengket.
 - d. Pencetakan dodol, dilakukan setelah adonan matang, tuangkan ke dalam loyang atau wadah datar yang sudah diolesi minyak atau dilapisi plastik supaya tidak lengket. Ratakan permukaan adonan menggunakan spatula yang telah diolesi minyak agar adonan tidak lengket.
 - e. Pendinginan dan pemotongan, biarkan dodol mangga dingin dan mengeras pada suhu ruang. Setelah dingin, potong dodol sesuai dengan ukuran yang diinginkan.
 - f. Pembungkusan (Opsional), bungkus potongan dodol dengan plastik atau daun pisang untuk penyimpanan dan agar dodol tetap lembut.
3. Teknik (*Engineering*)
- Pengadukan, pastikan untuk selalu mengaduk adonan selama proses memasak agar tidak gosong. Masak adonan hingga

mengental dan berubah warna menjadi lebih gelap. Proses ini biasanya memakan waktu sekitar 2-3 jam. Terus aduk hingga adonan benar-benar kental dan lengket.

4. Matematika

Untuk memahami «matematika» dodol mangga, kita bisa mempelajari beberapa aspek yang melibatkan perhitungan, seperti menghitung biaya produksi, harga jual, keuntungan, dan jumlah produksi. Berikut adalah beberapa contoh perhitungan yang bisa digunakan dalam bisnis dodol mangga:

a. Menghitung Biaya Produksi Bahan Baku:

- Mangga: Rp 20.000/kg
- Tepung ketan: Rp 15.000/kg
- Gula: Rp 12.000/kg
- Santan: Rp 10.000/liter

b. Jumlah Bahan untuk 1 Kg Dodol Mangga:

- Mangga: 0,5 kg
- Tepung ketan: 0,3 kg
- Gula: 0,2 kg
- Santan: 0,1 liter

c. Biaya Total Bahan Baku per 1 kg Dodol Mangga:

- Mangga: $0,5 \text{ kg} \times \text{Rp } 20.000 = \text{Rp } 10.000$
- Tepung ketan: $0,3 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.000 = \text{Rp } 4.500$
- Gula: $0,2 \text{ kg} \times \text{Rp } 12.000 = \text{Rp } 2.400$
- Santan: $0,1 \text{ liter} \times \text{Rp } 10.000 = \text{Rp } 1.000$

Total Biaya Bahan Baku:

- $\text{Rp } 10.000 + \text{Rp } 4.500 + \text{Rp } 2.400 + \text{Rp } 1.000 = \text{Rp } 17.900$

d. Menghitung Harga Jual

- Misalkan kita ingin mendapatkan keuntungan %50 dari biaya produksi.
- Harga Jual per 1 kg Dodol Mangga:
 $\text{Rp } 17.900 \times 1,5 = \text{Rp } 26.850$

e. Menghitung Keuntungan

- Jika kita memproduksi 100 kg dodol mangga dan berhasil menjual semuanya:
- Biaya Produksi Total: $100 \text{ kg} \times \text{Rp } 17.900 = \text{Rp } 1.790.000$
- Pendapatan dari Penjualan: $100 \text{ kg} \times \text{Rp } 26.850 = \text{Rp } 2.685.000$
- Keuntungan: $\text{Rp } 2.685.000 - \text{Rp } 1.790.000 = \text{Rp } 895.000$

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menguraikan proses fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan
Judul Lembar Kerja	: Konsep Fotosintesis pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep Fotosintesis pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep Fotosintesis pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan proses terjadinya fotosintesis?
2. Sebutkan faktor-faktor yang menyebabkan proses fotosintesis?

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (*Engineering*) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Dodol Mangga

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)

2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Dodol Mangga

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.





BAB 9

PEMBELAJARAN RESPIRASI PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA GEHU KHAS KOTA CIREBON

Gehu, yang merupakan singkatan dari «toge tahu,» adalah makanan ringan khas Indonesia yang terbuat dari tahu yang di isi dengan sayuran seperti taoge (kecambah), wortel, dan terkadang daging cincang, kemudian digoreng dalam adonan tepung. Untuk memahami kaitannya dengan respirasi, kita harus melihat proses respirasi yang terjadi dalam bahan utama dari gehu, yaitu taoge (kecambah) dan sayuran lain yang digunakan.



Gambar 9. Gehu

Sumber: <https://cookpad.com>

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Respirasi pada tumbuhan adalah proses biokimia di mana tumbuhan mengubah glukosa dan oksigen menjadi energi, karbon dioksida, dan air (Agustiansyah, 2016). Proses ini terjadi di semua sel tumbuhan, terutama di mitokondria.

1. Proses Respirasi, pada tumbuhan dapat dibagi menjadi empat tahap utama:
 - Glikolisis, terjadi di sitoplasma, di mana glukosa dipecah menjadi dua molekul asam piruvat, menghasilkan sedikit ATP dan NADH.
 - Dekarboksilasi oksidatif adalah peristiwa pelepasan gugus karboksil dari asam piruvat ($2C_3$) dan penambahan molekul koenzim A, sehingga bisa menghasilkan asetil koenzim A ($2C_2$) dalam suasana aerob yang berlangsung di membran

krista mitokondria. Dalam rangkaian respirasi aerob, dekarboksilasi oksidatif termasuk tahap persiapan sebelum menuju ke siklus krebs. Adapun sebagai bukti terdapat gugus karboksil yang dilepaskan dari 2 asam piruvat tersebut, yaitu adanya 2 CO₂ dan 2 NADH₂ yang diperoleh di akhir reaksi dekarboksilasi oksidatif.

- Siklus Krebs (Siklus Asam Sitrat), terjadi di mitokondria, asam piruvat diubah menjadi asetil-CoA dan kemudian masuk ke dalam siklus Krebs, menghasilkan ATP, NADH, FADH₂, dan CO₂.
- Rantai Transpor Elektron terjadi di mitokondria, di mana NADH dan FADH₂ digunakan untuk menghasilkan ATP dalam jumlah besar melalui fosforilasi oksidatif. Oksigen digunakan dan air dihasilkan sebagai produk samping.

2. Respirasi pada Kecambah

Kecambah adalah fase awal pertumbuhan tanaman dari biji yang telah berkecambah. Pada fase ini, respirasi sangat penting untuk menyediakan energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan. Tahapan Respirasi pada Kecambah:

- Imbibisi: Biji menyerap air, yang mengaktifkan enzim-enzim dan memulai proses metabolisme.
- Aktivasi Enzim: Enzim-enzim yang terlibat dalam glikolisis dan siklus Krebs diaktifkan, memulai proses respirasi.
- Produksi Energi: Melalui proses glikolisis, siklus Krebs, dan rantai transpor elektron, kecambah menghasilkan ATP yang diperlukan untuk pertumbuhan sel dan pembelahan sel.

3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Respirasi Kecambah

Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi respirasi kecambah adalah:

- Oksigen: Respirasi aerobik membutuhkan oksigen. Kekurangan oksigen dapat menghambat respirasi dan mengurangi produksi energi.

- Suhu: Suhu optimal diperlukan untuk aktivitas enzim. Suhu yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menghambat respirasi.
 - Kelembaban: Kelembaban yang cukup diperlukan untuk imbibisi dan aktivitas enzim.
 - Cahaya: Meskipun respirasi tidak langsung tergantung pada cahaya, cahaya dapat mempengaruhi suhu dan kondisi lingkungan yang mendukung respirasi.
4. Signifikansi Respirasi pada Kecambah:
- Respirasi memberikan energi yang diperlukan untuk pertumbuhan awal kecambah sebelum fotosintesis bisa dimulai.
 - Energi yang dihasilkan digunakan untuk sintesis protein, pembelahan sel, dan proses vital lainnya yang mendukung pertumbuhan kecambah.

Dengan memahami proses respirasi pada kecambah, kita dapat lebih mengerti bagaimana tanaman muda mendapatkan energi yang mereka butuhkan untuk memulai kehidupan mereka dan tumbuh menjadi tanaman dewasa yang sehat.

Kaitan Gebu dengan Respirasi:

1. Proses Respirasi: kecambah, seperti semua organisme hidup, menjalani respirasi seluler. Proses ini melibatkan penguraian glukosa dengan oksigen untuk menghasilkan energi (ATP), karbon dioksida, dan air. Ini adalah proses penting untuk pertumbuhan dan perkembangan kecambah.
 - Energi untuk Pertumbuhan yang dihasilkan dari respirasi digunakan oleh kecambah untuk pertumbuhan dan perkembangan sel, termasuk pemanjangan akar dan daun baru.
 - Faktor-faktor yang Mempengaruhi Respirasi, seperti ketersediaan oksigen, suhu, dan kelembaban mempengaruhi laju respirasi pada kecambah. Suhu optimal dan kelembaban

yang cukup penting untuk memastikan respirasi berlangsung efisien, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan yang sehat.

2. Respirasi pada Sayuran Lain

- Respirasi pada Sayuran: Sayuran seperti wortel dan kol yang sering digunakan dalam isian gehu juga menjalani proses respirasi. Meskipun laju respirasi pada sayuran yang sudah dipanen lebih rendah dibandingkan dengan sayuran hidup atau kecambah, proses ini tetap berlangsung hingga sayuran dimasak atau diawetkan.
- Pengaruh Penyimpanan: Selama penyimpanan sebelum digunakan dalam gehu, sayuran tetap melakukan respirasi, meskipun pada tingkat yang lebih rendah. Penyimpanan pada suhu rendah dapat memperlambat laju respirasi dan memperpanjang kesegaran sayuran.

3. Pengolahan Gehu dan Pengaruhnya:

- Penggorengan, ketika bahan-bahan seperti kecambah dan sayuran digoreng untuk membuat gehu, proses memasak menghentikan respirasi dengan mematikan sel-sel tanaman. Pada titik ini, tidak ada lagi respirasi yang terjadi karena sel-sel tersebut telah mati.
- Pengaruh Terhadap Nutrisi, proses penggorengan dapat mempengaruhi kandungan nutrisi dalam sayuran. Meskipun beberapa vitamin dan mineral mungkin tetap ada, sebagian nutrisi dapat hilang atau rusak selama penggorengan.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains Ilmiah

Tauge adalah kecambah dari biji kacang hijau dengan morfologi akar kecil yang tumbuh dari ujung bawah kecambah, berfungsi menyerap air dan nutrisi. Batang berwarna putih atau kuning pucat, renyah, dan menjadi bagian utama yang dimakan. Dua daun awal berwarna pucat yang tidak berfotosintesis, berperan menyuplai nutrisi pada tahap awal pertumbuhan. Biasanya belum muncul pada tauge muda, akan tumbuh di atas kotiledon jika dibiarkan berkembang lebih lanjut. Morfologi tauge ini membuatnya populer sebagai bahan makanan karena teksturnya yang renyah dan nilai gizinya yang tinggi (Sumadi, 2014).

Tauge adalah kecambah dari biji kacang-kacangan, dan yang paling umum adalah tauge dari kacang hijau. Berikut adalah klasifikasi botani dari tauge yang berasal dari kacang hijau:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Superdivision	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Division	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Class	: Magnoliopsida (dikotil)
Subclass	: Rosidae
Order	: Fabales
Family	: Fabaceae (<i>Leguminosae</i> atau suku kacang-kacangan)
Genus	: <i>Vigna</i>
Species	: <i>Vigna radiata</i>

Morfologi tauge, atau kecambah kacang hijau, terdiri dari beberapa bagian utama yang mencakup:

- a. Akar (Radikula): Bagian pertama yang muncul dari biji ketika berkecambah adalah radikula, yang akan menjadi akar utama tanaman. Akar ini bertanggung jawab untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah.
- b. Batang Kecil (Hipokotil): Setelah radikula, bagian batang kecil mulai tumbuh. Hipokotil adalah bagian batang yang berada di bawah daun pertama yang muncul.
- c. Daun Semu (Kotiledon): Ketika biji berkecambah, dua daun semu atau kotiledon akan muncul. Kotiledon adalah daun pertama yang terlihat dan berfungsi sebagai cadangan makanan bagi kecambah sampai daun sejati berkembang dan mulai melakukan fotosintesis.
- d. Daun Sejati (Plumula): Setelah beberapa hari, daun sejati mulai muncul di antara kotiledon. Daun ini adalah bagian tanaman yang akan berkembang lebih lanjut dan melakukan fotosintesis untuk menghasilkan energi bagi tanaman.
- e. Biji (Endosperma): Pada tahap awal, biji masih terlihat menempel di bagian bawah kecambah, yang berfungsi sebagai sumber cadangan energi untuk mendukung pertumbuhan awal kecambah.

Kecambah atau tauge biasanya tumbuh dengan cepat dan dalam beberapa hari sudah mencapai ukuran yang siap dikonsumsi. Tauge merupakan bagian penting dari banyak masakan karena kaya akan nutrisi dan mudah dicerna.

2. Teknologi

Berikut adalah cara singkat untuk membuat gehu (tahu isi sayuran yang digoreng)

- a. Siapkan bahan
 - Tahu putih, dipotong menjadi segitiga dan dilubangi tengahnya.
 - Isian sayuran: wortel, kol, taoge, diiris tipis.

- Bumbu: bawang putih, bawang merah, garam, merica, dan gula.
 - Adonan tepung: campuran tepung terigu, air, garam, dan sedikit baking powder.
- b. Masak Isian
- Tumis bawang putih dan bawang merah yang telah dihaluskan hingga harum.
 - Masukkan sayuran, tambahkan garam, merica, dan gula, tumis hingga layu.
- c. Isian Tahu
- Masukkan isian sayuran ke dalam tahu yang telah dilubangi.
- d. Celupkan ke Adonan Tepung:
- Celupkan tahu isi ke dalam adonan tepung hingga tertutup rata.
- e. Goreng
- Goreng tahu dalam minyak panas hingga kecokelatan dan renyah.
- f. Sajikan
- Angkat dan tiriskan, sajikan gehu selagi hangat.
3. Teknik (*Engineering*)
- Teknik penggorengan Gehu dengan memanaskan minyak ke dalam wajan dengan api sedang. Celupkan tahu yang sudah diisi ke dalam adonan tepung hingga seluruh permukaannya terlapisi. Goreng tahu dalam minyak panas hingga kuning kecokelatan dan renyah. Balik tahu sekali agar matang merata. Angkat dan tiriskan Gehu di atas kertas minyak atau tisu dapur untuk menghilangkan kelebihan minyak.

4. Matematika

Perhitungan analisis produk Gehu

Bahan-bahan:

- a. Tahu (1 kg) = Rp 20.000
- b. Tepung terigu (500 gram) = Rp 10.000
- c. Bawang putih (100 gram) = Rp 2.000
- d. Wortel (250 gram) = Rp 3.000
- e. Kol (200 gram) = Rp 3.000
- f. Cabai (100 gram) = Rp 3.000
- g. Garam dan Bumbu = Rp 4.000
- h. Minyak Goreng 1 L = Rp 15.000
- i. Biaya dll = Rp 12.000

Total jumlah bahan baku Rp 70.000

Asumsi apabila memproduksi 25 Gehu 1 batch (1 kali penggorengan) dengan harga jual Rp 5.000/ pcs. Dengan perhitungan sederhana:

$25 \text{ Gehu} \times \text{Rp } 5.000 = \text{Rp } 1250.000$ (laba kotor)

Untuk mendapatkan laba bersih, laba kotor harus dikurangi dengan modal usaha dan biaya operasional yang dikeluarkan

$\text{Rp } 125.000 - \text{Rp } 70.000 = \text{Rp } 55.000$ (Laba bersih)

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menguraikan mekanisme Respirasi pada tumbuhan
Judul Lembar Kerja	: Konsep Respirasi pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep Respirasi pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep Respirasi pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan mekanisme respirasi pada tumbuhan?
2. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi respirasi?

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (Engineering) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Gehu

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)

2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Gehu

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.



BAB 10

PEMBELAJARAN METABOLISME NITROGEN PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO-STEM DENGAN TEMA KACANG UMPET KHAS KOTA KUNINGAN

Kacang umpet adalah salah satu jenis camilan khas Indonesia yang terbuat dari kacang tanah yang dibungkus dengan adonan tepung terigu, kemudian digoreng hingga renyah. Untuk memahami kaitan antara kacang umpet dan metabolisme nitrogen, kita perlu melihat peran kacang tanah sebagai bahan utama dalam camilan ini dan bagaimana metabolisme nitrogen pada tanaman kacang tanah mempengaruhi kualitas dan kandungan nutrisinya.



Gambar 10. Kacang Umpet

Sumber: <https://cookpad.com>

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

1. Kacang Tanah dan Metabolisme Nitrogen

Kacang tanah merupakan salah satu tanaman leguminosae yang membutuhkan unsur Nitrogen (N) lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman serelia, seperti padi dan jagung (Taufik, 2014).

Kacang tanah merupakan sumber protein yang baik. Protein ini terbentuk melalui proses metabolisme nitrogen di tanaman kacang tanah. Nitrogen yang difiksasi oleh bakteri *Rhizobium* di akar tanaman kacang tanah diubah menjadi asam amino, yang kemudian disintesis menjadi protein.

Ketersediaan nitrogen yang cukup selama pertumbuhan tanaman kacang tanah sangat penting untuk kualitas biji kacang (Taufik, 2014). Nitrogen mendukung pembentukan protein dan nutrisi lainnya dalam biji kacang, yang mempengaruhi nilai gizi kacang tanah yang digunakan dalam kacang umpet.

2. **Proses Metabolisme Nitrogen pada Tanaman Kacang Tanah**
Tanaman kacang tanah berasosiasi dengan bakteri *Rhizobium* yang memfiksasi nitrogen dari atmosfer. Nitrogen ini kemudian diasimilasi menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman untuk membentuk asam amino dan protein (Sari & Retno, 2015).

Nitrogen yang difiksasi digunakan oleh tanaman untuk mendukung pertumbuhan vegetatif (daun, batang, akar) serta pembentukan biji kacang. Biji kacang yang kaya protein adalah hasil dari metabolisme nitrogen yang efisien.

3. **Pengaruh Terhadap Kacang Umpet**
Kacang tanah yang digunakan dalam kacang umpet memiliki kandungan protein yang tinggi berkat metabolisme nitrogen yang efisien pada tanaman kacang tanah. Protein adalah salah satu nutrisi penting yang berkontribusi pada nilai gizi kacang umpet. Kualitas biji kacang tanah juga mempengaruhi tekstur dan rasa kacang umpet. Biji kacang yang kaya nutrisi menghasilkan camilan yang lebih lezat dan renyah.
4. **Manfaat Kacang Umpet**
Kacang umpet, seperti kebanyakan camilan berbasis kacang tanah, merupakan sumber energi yang baik karena mengandung protein, lemak sehat, dan karbohidrat. Kacang umpet juga menyediakan berbagai nutrisi penting seperti vitamin E, magnesium, folat, dan serat, yang semuanya berasal dari biji kacang tanah yang berkualitas.
5. **Praktik Pertanian Berkelanjutan**
Menanam kacang tanah dalam rotasi tanaman membantu meningkatkan kesuburan tanah karena kemampuan mereka memfiksasi nitrogen. Ini berarti lebih sedikit kebutuhan untuk pupuk nitrogen sintetis, yang baik untuk lingkungan dan mengurangi biaya pertanian.

Fiksasi nitrogen oleh tanaman kacang tanah memperkaya kandungan nitrogen dalam tanah, mendukung pertumbuhan tanaman lain yang ditanam setelahnya (Marwan dkk, 2019).

Dengan demikian, metabolisme nitrogen pada tanaman kacang tanah tidak hanya mempengaruhi kualitas biji kacang yang digunakan dalam kacang umpet, tetapi juga berkontribusi pada praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Kacang umpet, sebagai produk akhir, mencerminkan nilai gizi yang berasal dari proses metabolisme nitrogen yang efisien pada tanaman kacang tanah.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains Ilmiah

Berikut adalah klasifikasi botani dari kacang tanah (*Arachis hypogaea*), yang merupakan tanaman kacang-kacangan populer di seluruh dunia:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Superdivision	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Division	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Class	: Magnoliopsida (dikotil)
Subclass	: Rosidae
Order	: Fabales
Family	: Fabaceae (Leguminosae)
Genus	: <i>Arachis</i>
Species	: <i>Arachis hypogaea</i>

Kacang tanah dikenal dengan ciri khasnya di mana bijinya berkembang di bawah tanah, yang unik dibandingkan dengan

banyak tanaman berbunga lainnya. Kacang tanah digunakan dalam berbagai produk makanan, seperti minyak kacang, selai kacang, dan berbagai makanan ringan.

2. Teknologi

Berikut adalah langkah-langkah untuk membuat kacang umpet

Bahan-bahan:

- a. 250 gram kacang tanah kupas
- b. 200 gram tepung terigu
- c. 2 sdm tepung beras
- d. 1 sdm gula pasir
- e. 1/2 sdt garam
- f. 1/2 sdt vanili bubuk
- g. 1 butir telur
- h. 100 ml air (secukupnya)
- i. Minyak untuk menggoreng

Langkah-langkah:

- a. Persiapan Kacang
 - Sangrai kacang tanah kupas hingga matang. Jangan sampai gosong. Angkat dan biarkan dingin.
- b. Membuat Adonan Tepung
 - Campurkan tepung terigu, tepung beras, gula pasir, garam, dan vanili bubuk dalam mangkuk besar.
 - Tambahkan telur ke dalam campuran tepung.
 - Tambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga mendapatkan adonan yang kental dan halus. Pastikan adonan tidak terlalu cair agar bisa membungkus kacang dengan baik.
- c. Membungkus Kacang
 - Masukkan kacang tanah yang sudah disangrai ke dalam adonan tepung. Aduk hingga semua kacang terlapisi dengan adonan.

d. Menggoreng Kacang

- Panaskan minyak dalam wajan dengan api sedang.
- Ambil kacang satu per satu menggunakan sendok atau tangan, pastikan setiap kacang terbungkus adonan tepung.
- Goreng kacang dalam minyak panas hingga kuning kecokelatan dan renyah. Pastikan untuk menggoreng dalam jumlah yang tidak terlalu banyak sekaligus agar kacang matang merata.
- Angkat dan tiriskan kacang di atas kertas minyak atau tisu dapur untuk menghilangkan kelebihan minyak.

e. Penyimpanan

- Setelah dingin, simpan kacang umpet dalam wadah kedap udara agar tetap renyah.

3. Teknik (*Engineering*)

- a. Proses membungkus kacang tanah yang sudah disangrai ke dalam adonan tepung. Aduk hingga semua kacang terlapisi dengan adonan.
- b. Menggoreng kacang dengan memanaskan minyak dalam wajan dengan api sedang. Ambil kacang satu per satu menggunakan sendok atau tangan, pastikan setiap kacang terbungkus adonan tepung. Goreng kacang dalam minyak panas hingga kuning kecokelatan dan renyah. Pastikan untuk menggoreng dalam jumlah yang tidak terlalu banyak sekaligus agar kacang matang merata. Angkat dan tiriskan kacang di atas kertas minyak atau tisu dapur untuk menghilangkan kelebihan minyak.

4. Matematika

Matematika produk kacang umpet» mengacu pada analisis matematis yang bisa diterapkan dalam produksi dan penjualan kacang umpet, yang merupakan camilan tradisional. Analisis ini mencakup perhitungan biaya, harga, keuntungan, dan strategi

produksi untuk memastikan efisiensi dan profitabilitas. Berikut adalah beberapa aspek matematika yang bisa diterapkan:

- a. Biaya Produksi (*Cost of Production*)
Bahan Baku: Hitung biaya bahan baku seperti kacang tanah, tepung, minyak goreng, dan bumbu. Contoh:
 - Harga kacang tanah per kilogram: Rp 25.000
 - Harga tepung terigu per kilogram: Rp 10.000
 - Harga minyak goreng per liter: Rp 15.000
- b. Tenaga Kerja: Kalkulasikan biaya tenaga kerja berdasarkan upah harian atau per jam.
 - Misalnya, upah harian pekerja: Rp 100.000
- c. Biaya Tetap: Ini termasuk biaya sewa tempat, listrik, dan peralatan. Contoh:
 - Biaya sewa tempat bulanan: Rp 1.000.000
 - Biaya listrik bulanan: Rp 300.000
 - Biaya dll: Rp 50.000

5. Penentuan Harga Jual (*Pricing Strategy*)

- a. Harga Pokok Produksi (HPP):
HPP dihitung dengan membagi total biaya produksi dengan jumlah unit yang diproduksi. Misalnya, jika total biaya produksi adalah Rp 1.500.000 untuk 500 bungkus kacang umpet, maka HPP per bungkus adalah:

$$\text{HPP per bungkus} = \frac{\text{Rp. 1.500.000}}{500} = \text{Rp 3.000}$$

- b. Harga Jual
Harga jual ditentukan dengan menambahkan margin keuntungan ke HPP. Jika Anda menetapkan margin 50%, maka harga jual per bungkus adalah:
 $\text{Harga jual} = \text{HPP} \times 1,5 = \text{Rp 3.000} \times 1,5 = \text{Rp 4.500}$

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menguraikan metabolisme nitrogen pada tumbuhan
Judul Lembar Kerja	: Konsep Nitrogen pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep Nitrogen pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep Nitrogen pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan metabolisme nitrogen pada tumbuhan?
2. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi metabolisme nitrogen?

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (Engineering) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Kacang Umpet

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)

2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Kacang Umpet

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.



BAB 11

PEMBELAJARAN METABOLISME SULFUR PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO- STEM DENGAN TEMA SNACK KACANG POLONG KHAS KOTA KUNINGAN

Camilan kacang polong, seperti kacang polong panggang, kacang polong wasabi, atau kacang polong manis kering, adalah pilihan yang populer karena nilai gizinya yang tinggi dan rasanya yang enak. Metabolisme sulfur pada kacang polong memainkan peran penting dalam pembentukan beberapa komponen nutrisi yang penting, yang pada gilirannya mempengaruhi kualitas dan manfaat kesehatan dari camilan tersebut (Taufik, 2014).



Gambar 11. Snack Kacang Polong
Sumber: <https://indonesian.alibaba.com>

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

Sulfur (S) adalah unsur esensial yang dibutuhkan oleh tanaman, termasuk kacang polong (*Pisum sativum*), untuk berbagai proses fisiologis dan biokimia (Taufik, 2014). Berikut adalah penjelasan mengenai metabolisme sulfur pada kacang polong dan kaitannya dengan pertumbuhan serta perkembangan tanaman:

1. Pentingnya Sulfur bagi Tanaman

Fungsi Sulfur bagi tanaman

- **Sintesis Asam Amino:** Sulfur adalah komponen penting dalam asam amino seperti sistein dan metionin, yang merupakan blok pembangun protein.
- **Enzim dan Koenzim:** Sulfur terlibat dalam pembentukan berbagai enzim dan koenzim yang penting untuk metabolisme sel.
- **Fotosintesis dan Respirasi:** Sulfur berperan dalam proses fotosintesis dan respirasi melalui pembentukan klorofil dan pengaturan metabolisme energi.

- Detoksifikasi: Sulfur membantu dalam detoksifikasi senyawa beracun melalui pembentukan senyawa glutation.
2. Penyerapan dan Asimilasi Sulfur
Tanaman menyerap sulfur dari tanah terutama dalam bentuk ion sulfat (SO_4^{2-}). Sulfat diambil oleh akar dan diangkut melalui sistem vaskular tanaman. Setelah diambil oleh akar, sulfat diangkut ke daun di mana ia direduksi menjadi sulfida (S^{2-}) melalui serangkaian reaksi enzimatik (Sari & Retno, 2015). Sulfida kemudian digunakan untuk sintesis asam amino sulfur, seperti sistein dan metionin, melalui jalur metabolisme yang melibatkan enzim-enzim tertentu.
 3. Peran Sulfur dalam Kacang Polong
Sulfur yang diasimilasi menjadi asam amino seperti sistein dan metionin digunakan untuk sintesis protein yang penting untuk pertumbuhan sel dan perkembangan jaringan. Kandungan sulfur yang memadai dalam kacang polong meningkatkan kualitas biji dengan meningkatkan kandungan protein dan asam amino esensial (Sumadi, 2014).
 4. Kesehatan Tanaman
Sulfur membantu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai stres abiotik (seperti kekeringan dan suhu ekstrem) dan biotik (seperti serangan patogen). Sulfur berperan dalam sintesis klorofil, yang penting untuk proses fotosintesis dan produksi energi.
 5. Hubungan dengan Metabolisme Nitrogen
Sulfur dan nitrogen berinteraksi erat dalam sintesis protein. Asam amino yang mengandung nitrogen dan sulfur, seperti sistein dan metionin, esensial untuk pembentukan protein. Penyerapan dan asimilasi sulfur dan nitrogen harus seimbang untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal dan pembentukan protein yang efisien.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains Ilmiah

Morfologi kacang polong (*Pisum sativum*) mencakup berbagai aspek tanaman ini, mulai dari akar hingga buahnya. Berikut adalah penjelasan mengenai morfologi kacang polong:

- Kacang polong memiliki sistem perakaran tunggang, di mana akar utama tumbuh lebih dalam ke dalam tanah. Akar-akar ini memiliki banyak cabang yang membantu dalam penyerapan air dan nutrisi dari tanah. Selain itu, kacang polong memiliki nodul akar yang mengandung bakteri *Rhizobium*, yang mampu mengikat nitrogen dari udara dan mengubahnya menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman.
- Batang kacang polong bersifat herba dan menjalar atau merambat dengan bantuan sulur. Batangnya berongga, berbentuk bulat, dan berwarna hijau. Batang ini tumbuh tegak, tetapi sering kali memerlukan penopang karena sifatnya yang rapuh dan cenderung rebah jika tidak ditopang.
- Daun kacang polong berbentuk menyirip dengan beberapa anak daun yang tersusun secara berpasangan. Ujung daun biasanya berbentuk sulur yang membantu tanaman merambat atau menempel pada penopang. Daun berwarna hijau dengan permukaan yang licin dan sedikit berbulu.
- Bunga kacang polong memiliki bentuk khas, mirip dengan bunga tanaman dari keluarga Fabaceae lainnya. Bunga ini terdiri dari lima kelopak, biasanya berwarna putih atau ungu, dan berukuran kecil. Bunga kacang polong bersifat

biseksual, artinya memiliki organ reproduksi jantan (benang sari) dan betina (putik) dalam satu bunga.

- Buah kacang polong berbentuk polong, memanjang, dan berwarna hijau ketika masih muda. Setiap polong berisi beberapa biji kacang polong yang tersusun secara berderet. Buah ini akan mengering dan berubah warna menjadi cokelat ketika matang.
- Biji kacang polong berbentuk bulat atau sedikit pipih, berwarna hijau atau kuning, dan berukuran kecil. Biji ini mengandung banyak pati, protein, serta vitamin dan mineral, menjadikannya sumber pangan yang penting.

2. Teknologi

Berikut adalah resep sederhana untuk membuat snack kacang polong yang gurih dan renyah:

Bahan-bahan:

- a. 500 gram kacang polong beku (atau kacang polong segar yang sudah dikupas)
- b. 2 sdm minyak zaitun atau minyak sayur
- c. 1 sdt garam
- d. 1/2 sdt bubuk bawang putih (opsional)
- e. 1/2 sdt bubuk cabai atau paprika (opsional)
- f. 1/2 sdt merica bubuk (opsional)

Langkah-langkah:

- a. Siapkan alat dan bahan
- b. Jika menggunakan kacang polong beku, biarkan kacang polong mencair terlebih dahulu. Tiriskan dan keringkan dengan baik menggunakan tisu dapur.
- c. Jika menggunakan kacang polong segar, cuci bersih dan tiriskan.
- d. Panaskan oven pada suhu 200°C (392°F).
- e. Dalam mangkuk besar, campurkan kacang polong dengan minyak zaitun. Aduk hingga semua kacang terlapisi minyak.

- f. Tambahkan garam dan bumbu lain sesuai selera seperti bubuk bawang putih, bubuk cabai, atau merica. Aduk rata.
- g. Sebarkan kacang polong dalam satu lapisan di atas loyang yang sudah dialasi dengan kertas roti atau diolesi minyak.
- h. Panggang dalam oven yang sudah dipanaskan selama sekitar 30-40 menit, atau hingga kacang polong berwarna kecokelatan dan renyah. Aduk kacang polong setiap 10 menit agar matang merata.
- i. Setelah matang, keluarkan loyang dari oven dan biarkan kacang polong dingin sepenuhnya. Kacang polong akan menjadi lebih renyah saat dingin.
- j. Simpan kacang polong dalam wadah kedap udara agar tetap renyah.

3. Teknik (*Engineering*)

- a. Membumbui Kacang Polong, dalam mangkuk besar, campurkan kacang polong dengan minyak zaitun. Aduk hingga semua kacang terlapisi minyak. Tambahkan garam dan bumbu lain sesuai selera seperti bubuk bawang putih, bubuk cabai, atau merica. Aduk rata.
- b. Mengoven Kacang Polong, sebarkan kacang polong dalam satu lapisan di atas loyang yang sudah dialasi dengan kertas roti atau diolesi minyak. Panggang dalam oven yang sudah dipanaskan selama sekitar 30-40 menit, atau hingga kacang polong berwarna kecokelatan dan renyah. Aduk kacang polong setiap 10 menit agar matang merata.

4. Matematika

Biaya Bahan Baku: Termasuk harga kacang polong mentah, bumbu, minyak, dan bahan pengemas. Misalnya:

Kacang polong: Rp 20.000 per kilogram

Bumbu dan minyak: Rp 5.000 per kilogram

Kemasan: Rp 2.000 per kemasan

Jika 1 kilogram kacang polong menghasilkan 10 kemasan snack, maka biaya bahan per kemasan:

$$\text{Biaya bahan} = \frac{\text{Rp } 27.000}{10} = \text{Rp. } 4.500 \text{ atau bisa dijual Rp } 5.000/\text{pcs}$$

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menguraikan metabolisme sulfur pada tumbuhan
Judul Lembar Kerja	: Metabolisme Sulfur pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep Metabolisme Sulfur pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep Metabolisme Sulfur pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan fungsi sulfur bagi tumbuhan?
2. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi?

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (*Engineering*) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Snack Kacang Ijo

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)

2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Snack Kacang Ijo

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.



BAB 12

PEMBELAJARAN ENZIM DAN HORMON PADA TUMBUHAN BERBASIS ETNO- STEM DENGAN TEMA SAMBAL TOMAT TERASI PEDAS KHAS CIREBON

Sambal merupakan pelengkap dan penyerta hidangan wajib di dalam tradisi makan orang Indonesia (Gardjito, 2013). Seiring dengan berjalannya waktu, sambal sekarang tidak hanya dibuat di rumah tangga dengan alat sederhana berupa cobek, tetapi juga produk olahan sambal telah tersedia dalam bentuk sambal instan yang sudah jadi keluaran pabrik/ industri (Lestari, 2017).

Sambal tomat terasi adalah salah satu jenis sambal khas Indonesia yang terbuat dari tomat, terasi (pasta udang yang difermentasi), cabai, bawang, dan bahan-bahan lainnya. Untuk memahami kaitan enzim dan hormon dalam pembuatan dan karakteristik sambal tomat terasi, kita perlu melihat peran bahan-bahan dasar dan proses yang terlibat.



Gambar 12. Sambal Tomat Terasi

Sumber: <https://cookpad.com>

Bahan dasar pembuatan *sambal* umumnya dari cabai, garam, *tomat*, dan *terasi* yang digerus menjadi satu yang kemudian dimakan sebagai cocolan menu lauk (Indriani dkk, 2021)

A. Uraian Lengkap Berdasarkan Bidang Kajian Keilmuan

1. Peran Enzim dalam Sambal Tomat Terasi
 - a. Enzim pada Bahan Baku:
 - Tomat memiliki enzim Pektinase yang membantu memecah pektin dalam dinding sel tomat, membuat tomat menjadi lebih lunak dan mudah dihaluskan. Dan Enzim Lipase yang membantu dalam pemecahan lemak, yang dapat meningkatkan pelepasan rasa dari tomat dan bahan lainnya.
 - Terasi mengandung enzim protease dari proses fermentasi yang memecah protein menjadi peptida dan asam amino, memberikan rasa umami khas pada terasi.

Terasi juga mengandung lipase yang dapat memecah lemak menjadi asam lemak bebas, memperkaya aroma dan rasa.

b. Enzim selama Proses Pembuatan

Terasi diperoleh melalui fermentasi udang atau ikan kecil, di mana enzim protease dan lipase memainkan peran utama dalam penguraian protein dan lemak, menghasilkan senyawa rasa kompleks. Enzim karotenase ini membantu dalam pemecahan karoten, memberikan warna merah yang khas pada tomat.

c. Pengaruh Pemanasan

Enzim dari bahan-bahan dasar seperti tomat dan terasi akan terdenaturasi selama proses memasak (seperti saat menggoreng bahan), yang berarti aktivitas enzim berhenti. Namun, senyawa rasa yang telah terbentuk tetap ada dan memperkaya rasa sambal.

2. Peran Hormon dalam Produksi Bahan Baku

a. Hormon dalam Pertumbuhan Tomat

- Hormon etilen sangat penting dalam proses pematangan tomat. Etilena memicu serangkaian perubahan biokimia dalam tomat yang melibatkan pemecahan klorofil (mengubah warna hijau menjadi merah), penguraian pektin (melunakkan tomat), dan peningkatan produksi gula (mempermanis rasa).
- Hormon Auksin dan Gibberellin mengatur pertumbuhan dan perkembangan tomat, termasuk pembentukan buah dan pembesaran sel.

b. Hormon dalam Produksi Terasi

Meskipun hormon tidak berperan langsung dalam fermentasi terasi, kualitas bahan baku seperti udang atau ikan kecil dapat dipengaruhi oleh hormon yang mengatur pertumbuhan dan perkembangan mereka di habitat alami.

3. Interaksi Enzim dan Hormon dengan Proses Pengolahan

a. Pembuatan Sambal

- Proses penghalusan tomat dan terasi (baik secara manual dengan cobek atau menggunakan blender) membantu melepaskan enzim dan senyawa rasa dari bahan baku, meskipun sebagian besar enzim telah terdenaturasi oleh panas.
- Penggorengan bahan-bahan sambal membantu mengembangkan rasa melalui reaksi Maillard dan karamelisasi, yang merupakan reaksi kimia yang terjadi antara asam amino dan gula.

b. Penyimpanan

- Sambal yang telah jadi dapat disimpan untuk beberapa waktu, di mana senyawa rasa dari bahan-bahan yang sudah diproses tetap stabil. Aktivitas enzim minimal karena kebanyakan enzim telah terdenaturasi selama pengolahan.

Enzim dalam bahan baku seperti tomat dan terasi memainkan peran penting dalam pemecahan komponen-komponen utama seperti protein, lemak, dan pektin, yang berkontribusi pada tekstur dan rasa sambal. Enzim juga terlibat dalam proses fermentasi terasi, memberikan rasa umami khas. Hormon seperti etilena mempengaruhi pematangan tomat, yang penting untuk mencapai rasa, tekstur, dan warna yang optimal. Hormon pertumbuhan juga mempengaruhi kualitas bahan baku yang digunakan dalam pembuatan terasi.

Dengan memahami peran enzim dan hormon dalam pembuatan sambal tomat terasi, kita bisa lebih menghargai proses kompleks yang terlibat dalam menghasilkan rasa dan tekstur yang khas dari sambal ini.

B. Uraian Lengkap Berdasarkan Urutan Etno-STEM (*Etno-sains, Etno-Technology, EtnoEngineering, Etno-Mathematics*)

1. Sains Ilmiah

Morfologi tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*) mencakup berbagai bagian tanaman yang memiliki fungsi berbeda-beda. Berikut adalah penjelasan mengenai morfologi tanaman tomat:

- Akar tomat bersifat serabut, dengan banyak akar yang tumbuh dari pangkal batang dan menyebar di bawah tanah.
- Akar tomat berfungsi untuk menyerap air dan nutrisi dari tanah serta mendukung tanaman.
- Batang tomat biasanya berbentuk silindris, berdaging, dan berwarna hijau.
- Batangnya memiliki kemampuan untuk tumbuh dengan cepat dan dapat mencapai ketinggian bervariasi tergantung pada varietasnya.
- Batang juga memiliki bulu-bulu halus yang bisa berfungsi untuk melindungi tanaman dari herbivora.
- Daun tomat berbentuk menyirip dengan tepi yang bergerigi.
- Daunnya berwarna hijau dan memiliki permukaan yang kasar karena ditutupi oleh bulu-bulu halus.
- Daun tomat berperan penting dalam proses fotosintesis, menghasilkan makanan bagi tanaman.
- Bunga tomat berwarna kuning dan berbentuk bintang, terdiri dari 5 kelopak. Bunga ini bersifat hermaprodit, artinya memiliki organ reproduksi jantan (benang sari) dan betina (putik) dalam satu bunga. Proses penyerbukan bisa terjadi secara alami melalui angin atau serangga.
- Buah tomat berbentuk bulat atau oval dengan ukuran bervariasi tergantung pada varietas. Warna buah bisa

bervariasi dari hijau (ketika muda), kuning, hingga merah ketika matang. Buah tomat adalah buah buni yang berdaging dan mengandung banyak biji.

- Biji tomat kecil, pipih, dan berwarna coklat kekuningan. Biji ini terdapat di dalam daging buah dan berperan dalam memperbanyak generatif tanaman tomat.

2. Teknologi

Untuk membuat sambal tomat terasi, Anda memerlukan beberapa bahan dasar. Berikut adalah resep sederhana untuk sambal tomat terasi:

Bahan-Bahan:

- a. Tomat: 4-5 buah, dipotong-potong
- b. Terasi: 1 sendok teh, dibakar atau digoreng sebentar
- c. Cabai merah: 5-10 buah, sesuai selera
- d. Bawang merah: 3-4 siung, diiris kasar
- e. Bawang putih: 2 siung, diiris kasar
- f. Gula merah: 1 sendok teh (opsional, bisa disesuaikan dengan selera)
- g. Garam: 1 sendok teh, atau secukupnya
- h. Minyak goreng: untuk menumis

Cara Membuat:

- a. Siapkan bahan: Cuci bersih tomat, cabai, bawang merah, dan bawang putih. Potong-potong tomat menjadi bagian kecil untuk memudahkan proses blending atau penggilingan.
- b. Tumis bahan: Panaskan sedikit minyak dalam wajan. Tumis bawang merah dan bawang putih hingga harum.
- c. Tambahkan cabai dan tomat: Masukkan cabai merah dan tomat ke dalam wajan. Masak hingga tomat mulai lembek dan cabai matang. Aduk secara berkala.
- d. Giling bahan: Setelah bahan-bahan tersebut matang, angkat dari api dan biarkan sedikit dingin. Blender atau haluskan bahan-bahan tersebut hingga menjadi pasta halus.

- e. Tambahkan terasi: Tumis terasi dalam wajan tanpa minyak hingga harum. Masukkan pasta sambal ke dalam wajan yang sama aduk rata.
- f. Bumbu: Tambahkan gula merah dan garam sesuai selera. Aduk rata dan masak sambil terus diaduk hingga sambal mencapai kekentalan yang diinginkan dan bumbu meresap dengan baik.
- g. Sajikan: Angkat sambal dari wajan dan biarkan dingin. Sambal tomat terasi siap disajikan sebagai pelengkap berbagai hidangan.

3. Teknik (*Engineering*)

Berikut teknik dalam proses pembuatan sambal terasi

- a. Pencampuran dan Penghalusan: Proses penghalusan tomat dan terasi (baik secara manual dengan cobek atau menggunakan blender) membantu melepaskan enzim dan senyawa rasa dari bahan baku, meskipun sebagian besar enzim telah terdenaturasi oleh panas.
- b. Penggorengan: Penggorengan bahan-bahan sambal membantu mengembangkan rasa melalui reaksi Maillard dan karamelisasi, yang merupakan reaksi kimia yang terjadi antara asam amino dan gula.

4. Matematika

Perhitungan analisis produk sambal tomat terasi

Bahan-bahan:

- | | |
|------------------------------|-------------|
| a. Cabe rawit (3 kg) | = Rp 30.000 |
| b. Bawang merah (500 gram) | = Rp 19.000 |
| c. Bawang putih (500 gram) | = Rp 15.000 |
| d. Tomat segar (500 gram) | = Rp 13.000 |
| e. Bumbu penyedap (250 gram) | = Rp 10.000 |
| f. Garam dapur (250 gram) | = Rp 4.000 |
| g. Gas Elpiji (3 buah) | = Rp 75.000 |
| h. Toples sambal (30 buah) | = Rp 43.000 |

- i. Sticker label = Rp 35.000
- j. Segel Toples Bening = Rp 7.000
- k. Minyak Goreng 2L (3 buah) = Rp 120.000
- l. Terasi = Rp 15.000
- m. Biaya pemasaran dan promosi = Rp 120.000

Total jumlah bahan baku Rp 506.000

Asumsi apabila memproduksi 30 toples sambal kemasan setiap harinya dengan harga jual Rp 30.000/ pcs. Dengan perhitungan sederhana:

30 Toples x Rp 30.000 = Rp 900.000 (laba kotor satu kali penjualan)

Untuk mendapatkan laba bersih, laba kotor harus dikurangi dengan modal usaha dan biaya operasional yang dikeluarkan
 $\text{Rp } 900.000 - \text{Rp } 506.000 = \text{Rp } 394.000$ (Laba bersih satu kali penjualan)

LEMBAR KERJA MAHASISWA

Nama Mata Kuliah	: Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
Kode / SKS	: 3 SKS
Capaian Pembelajaran MK	: Menjelaskan peranan enzim dan hormon pada tumbuhan
Judul Lembar Kerja	: Enzim dan Hormon pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM

Deskripsi Lembar Kerja Mahasiswa: Lembar kerja ini berisi tentang permasalahan yang harus diselesaikan mahasiswa terkait dengan konsep Enzim dan Hormon pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM. Mahasiswa diharapkan membuat project berupa sebuah produk yang terbuat dari bahan-bahan alami yang ada dilingkungan sekitar dengan mengintegrasikan pendekatan STEM, dan mengkaji dari berbagai sumber.

Langkah-langkah Penggunaan Lembar Kerja

1. Baca dan kuasai tentang konsep Enzim dan Hormon pada Tumbuhan berbasis Etno-STEM
2. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut secara diskusi dengan teman sekelompok
3. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM
4. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM
5. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project
6. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat
7. Evaluasi pengalaman bersama Dosen Pengampu Mata Kuliah

Kegiatan 1

Anggota Kelompok

1.
2.
3.
4.
5.

Jawablah pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan peranan enzim dan hormon pada tumbuhan?
2. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi Enzim dan hormon?

Kegiatan 2

1. Desain project untuk membuat sebuah produk yang berbasis Etno-STEM yang mencakup:
 - a. Nama Produk
 - b. Integrasi Sains Ilmiah pada produk
 - c. Teknologi yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk
 - d. Teknik (*Engineering*) yang digunakan dalam penyusunan project untuk produk

Proses Pembuatan Sambal Tomat Terasi

No	Keterangan	Foto
1.		
2.		
dst.		

- e. Matematika yang mencakup analisis produk (Biaya produksi, penentuan harga jual produk, menghitung keuntungan)

2. Menyusun penjadwalan untuk memulai proyek berbasis Etno-STEM

Jadwal Pembuatan Project Sambal Tomat Terasi

No	Kegiatan	Durasi (hari/jam)	Tanggal Kegiatan
1.	Perencanaan		
2.	Pembuatan Produk		
3.	Penjualan		
4.	Evaluasi Project		

3. Memonitor kemajuan project, dengan memperhatikan setiap step pelaksanaan proyek dan dosen membimbing dalam penyusunan project.
4. Penilaian hasil proyek dengan mempresentasikan hasil project berupa produk Etno-STEM yang sudah dibuat.



DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, Fajar dan Adisti Ratnapuri. (2021). *Penuntun Praktikum Biologi Sel*. Yogyakarta: Mira Buana Media.
- Agustiansyah. (2016). *Efek Bahan Coating dan Aditif pada Viabilitas dan Vigor Benih Kedelai (Glycine max L. Merril) Selama Penyimpanan*. Prosiding Seminar Nasional Perhoti dan Peragi: 590-597
- Ai, Nio Song dan Audry Agatha Lenak. (2014). *Penggulungan daun pada tanaman monokotil saat kekurangan air*. BIOSLOGOS, 4 (2), Hal 48-55.
- Benyamin Lakitan. (2013). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Perseda
- Farwatil. (2017). *Integrasi Problem Based Learning dalam STEM Education Berorientasi pada Aktualisasi Literasi Lingkungan dan Kreativitas*. UPI: Prosiding Seminar Nasional.
- Gardjito. (2013). *Bumbu, Penyedap dan Penyerta Masakan Indonesia*. Jakarta: Gramedia
- Hanafiah. (2004). *Rancangan Percobaan dan Teori Aplikasi*. Palembang: Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Handayani, Niken Larasati Tri, dkk. (tanpa tahun). *The Soul of Jati*. Institut Seni Indonesia Denpasar.
- Indriani dkk. (2021). *Sambal Berbasis Hasil Perikanan Seluruh Indonesia*. *Jurnal Fish Protech*, Vol 4 No 2
- Irdalisa. (2021). *Biologi Sel dan Molekuler*. Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka.

- Lakitan. (2001). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Lekman, Ferdinan. (2021). *Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Tentang Konsep Jaringan Tumbuhan Melalui Model Pemancar Pada Siswa Kelas XI IPA 3 SMAN 1 Sampara*. Jurnal Ilmiah Human-tech, 1 (1), Hal 118-140.
- Lestari & Andriatna (2017). Pengaruh Kualitas Dasar Instan dan Sambal Instan Terhadap Kepuasan Konsumen Industri Jasa Boga dan Rumah Tangga di Kota Bandung. *Jurnal Gastronomi Wisata*. Vol 3, No 2
- Marwan. (2019). Biological Seed Treatment dengan Bakteri Rhizobium Sp. Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis Hypogaeal*). *Jurnal Pertanian dan Pangan*, Vol 1, hal 6-9
- Mulyani, Sri. (2006). *Anatomi Tumbuhan*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Mulyani. (2019). *Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi Industry 4.0*. Seminar Nasional Pascasarjana. Semarang: Univeristas Negri Semarang
- Rahman, Firman Ali. (2022). *Buku Ajar Anatomi Tumbuhan*. Lombok: Alfa Press.
- Rahmawati, St dan Nahda Dwianti P. (2023). *Anatomi Jaringan Sklerenkim Pada Tumbuhan*. Prosiding Seminar Nasional Biologi FMIPA UNM Inovasi Sains dan Pembelajarannya: Tantangan dan Peluang.
- Ramdhini, dkk. (2021). *Anatomi Tumbuhan*. Yayasan Kita Menulis.
- Salisbury. (1991). *Fisiologi Tumbuhan*. Bandung: ITB.
- Sari & Retno. (2015). *Rhizobium: Pemanfaatan sebagai Bakteri Penambat Nitrogen*. Jakarta: Gramedia
- Siregar. (2013). *Anatomi Tumbuhan*. Bandung: ITB

- Sumadi (2014). *Prospek Pelapis Benih dalam Meningkatkan Produktivitas Kedelai*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.
- Sumardi. (2010). *Struktur dan Perkembangan Tumbuhan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sumenda dkk, (2011). Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Jurnal Bioslogos*. Vol 1 No 1
- Taufik. (2014). *Identifikasi Masalah Keharaan Tanaman Kacang Tanah*. Malang: Balitkabi





LAMPIRAN

FAKULTAS KEGURUAN DAN
ILMU PENGETAHUAN
JURUSAN PENDIDIKAN IPA

RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER				
MataKuliah	KODE	RUMPUN MK	BOBOT SKS	SEMESTER
Anatomi Fisiologi Tumbuhan		MK Keahlian	3	2
OTORISASI	Dosen Pengampu / Pengembangan RPS	Gugus Mutu	Ketua Jurusan	

Capaian Pembelajaran (CP)	Ranah Sikap	- Bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan mampu menunjukkan sikap religius. - Menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan agama, moral, dan etika. - Berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan kemajuan peradaban berdasarkan Pancasila.
	Ranah Keterampilan Umum	
	Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam konteks pengembangan atau implementasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperhatikan dan menerapkan nilai humaniora yang sesuai dengan bidang keahliannya.	
	KU1	
	- Mampu mendokumentasikan, menyimpan, mengamankan, dan menemukan kembali data untuk menjamin kesahihan dan mencegah plagiasi. - Mampu berkomunikasi lisan dan tulis secara efektif dan empatik.	

	KK Menguasai konsep, prinsip dan prosedur dasar biologi berkaitan dengan biologi sel dan molekul, fisiologi, anatomi, genetika, struktur dan perkembangan, biosistematika, evolusi, dan ekologi melalui kerja ilmiah dan berpikir ilmiah sesuai dengan kedalaman dengan memanfaatkan kemajuan IPTEK untuk mendukung terselenggaranya pembelajaran biologi.
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	1. Menguasai konsep, prinsip, dan prosedur dasar biologi berkaitan dengan struktur, perkembangan dan anatomi fisiologi tumbuhan serta terapannya dalam pembelajaran biologi di sekolah. 2. Mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis dan memanfaatkan IT dalam mempelajari konsep-konsep dalam anatomi dan fisiologi tumbuhan. 3. Mampu merancang dan melakukan praktikum anatomi dan fisiologi tumbuhan untuk mendukung proses pembelajaran biologi di sekolah.
Deskripsi Mata Kuliah	Mata Kuliah Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan merupakan mata kuliah keahlian bagi jurusan Pendidikan IPA. Pengetahuan sikap dan keterampilan mahasiswa dikembangkan melalui penjelasan, diskusi, pengamatan, interpretasi dan tugas-tugas (menulis laporan praktikum dan membuat rancangan metode ilmiah) tentang perkembangan anatomi dan fisiologi tumbuhan diantaranya mencakup struktur sel tumbuhan, jaringan tumbuhan serta fungsinya, struktur organ tumbuhan serta fungsinya, mekanisme penyerapan dan pergerakan air dan garam, enzim, respirasi, fotosintesis, metabolisme,

Daftar Referensi	4. Campbell, N.A., Reece, J.B., Mitchell, L.G. 2003. Biologi Edisi Kelima Jilid 2. Erlangga: Jakarta. 5. Fahh, A. 1990. <i>Plant Anatomy</i>. 4th Ed. New York: Pergamon Press. 6. Setjo, S., Kartini, E., Saptasari, M., Sulisetijono. 2004. <i>Anatomi Tumbuhan</i>. Universitas Negeri Malang. Malang. 7. Hopkin, W.G. & Huner, N.P.A. 2009. <i>Introduction to Plant Physiology</i>. Fourth Edition. Hoboken, New Jersey United States of America: John Wiley & Sons, Inc. 8. Salisbury, F.B. & Ross, C.W. 1992. <i>Plant Physiology</i>. 4th edition. California: Wadsworth Publishing Inc
------------------	---

Minggu ke	Capaian Pembelajaran	Indikator Penilaian	Model Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran / Pengalaman Mahasiswa	Bahan Kajian Materi	Asesmen	
						Bentuk	Bobot
						(7)	
1	- Pendahuluan - Koordinasi jenis kegiatan - Memahami aspek-aspek penilaian	-	Ceramah, menerangkan dan mengklarifikasi	Diskusi dan tanya jawab	Kontrak kuliah	-	-

2 & 3	Menjelaskan struktur tumbuhan, struktur sel tumbuhan, menguraikan fungsi organel sel tumbuhan	- Mendesripsikan bentuk-bentuk kehidupan - Membedakan pertumbuhan dan perkembangan organisme	- PjBL (<i>Project Based Learning</i>) - Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i> - Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	1. Menentukan pertanyaan dasar - Jelaskan pengertian pertumbuhan dan perkembangan? - Jelaskan perbedaan pertumbuhan primer dan sekunder - Sebutkan organel sel yang ada pada tumbuhan? - Jelaskan fungsi dari organel sel tumbuhan? 2. Membuat desain project berupa produk berbasis pendekatan Etno-	- Bentuk-bentuk kehidupan - Pertumbuhan dan perkembangan - Aspek dasar pertumbuhan primer dan sekunder - Fungsi organel sel tumbuhan	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	10%
-------	---	---	--	--	---	---	-----

STEM dengan mengintegrasikan konsep Struktur Tumbuhan, Stuktur Sel Tumbuhan, dan Fungsi Organel Sel Tumbuhan. Kemudian dilanjutkan kegiatan diskusi dan tanya jawab materi.	
3. Menyusun penjadwalan untuk proyek	
4. Memonitor kemajuan proyek	
5. Penilaian hasil proyek	
6. Evaluasi pengalaman	

4	Membandingkan macam-macam jaringan pada tumbuhan beserta menjelaskan fungsinya	- Mendesripsikan letak, hubungan, struktur, dan fungsi jaringan dalam tubuh tumbuhan - Menjelaskan hubungan struktur dan fungsi organ penyusun tubuh tumbuhan	- PjBL (<i>Project Based Learning</i>) - Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i>. - Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	1. Menentukan pertanyaan dasar a. Jelaskan pengertian jaringan tumbuhan? b. Sebutkan jenis-jenis jaringan tumbuhan dan fungsinya! 2. Membuat desain project berupa produk berbasis pendekatan Etno-STEM dengan mengintegrasikan konsep Macam-macam Jaringan pada Tumbuhan dan Fungsinya. Kemudian dilanjut kegiatan diskusi dan tanya jawab materi.	- Jaringan dan sistem jaringan - Jaringan Meristem (jaringan dasar) - Jaringan Epidermis - Jaringan Parenkim - Jaringan Penyokong (Kolenkim dan Sklerenkim) - Jaringan Pengangkut (tipe berkas pengangkut, konsep stele)	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	10%
---	--	--	---	---	---	---	-----

5	- Mendeskripsikan letak, hubungan, struktur, dan fungsi organ akar tumbuhan berbiji - Menjelaskan adanya hubungan antara struktur (luar dan dalam) organ akar dengan fungsinya, serta dapat menganalisa dengan cermat hubungan tsb.	- Menganalisis pertumbuhan dan perkembangan organ akar tumbuhan berbiji, dan dapat mengamatinnya dengan cermat - Mendeskripsikan berbagai bentuk akar tumbuhan	- PjBL (<i>Project Based Learning</i>) - Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i> - Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	3. Menyusun penjadwalan untuk proyek 4. Memonitor kemajuan proyek 5. Penilaian hasil proyek 6. Evaluasi pengalaman	Akar 1 (pengantar;struktur morfologiakar): - Sifat dan fungsi akar. - Susunan dan bentuk akar - Tipe akar (utama, cabang, adventif); - Sistem perakaran; Akar - terspesialisasi: berdasarkan bentuk akar, fuungsi akar dan akar simbions	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	10%
---	---	--	--	--	--	---	-----

		• Terampil mencandra tumbuhan berbiji berdasarkan struktur luar dan dalam akar • Menganalisa struktur anatomi jaringan akar melalui diskusi	2. Membuat desain project berupa produk berbasis pendekatan Etno-STEM dengan mengintegrasikan konsep Letak, Hubungan, Struktur, dan Fungsi Organ Akar Tumbuhan Berbiji. Kemudian dilanjut kegiatan diskusi dan tanya jawab materi. 3. Menyusun penjadwalan untuk proyek 4. Memonitor kemajuan proyek 5. Penilaian hasil proyek 6. Evaluasi pengalaman	Akar 2 (perkembangan struktur anatomi primer pada akar monokotil & dikotil) • Perkembangan akar dari radikula; • Pertumbuhan ujung akar • Sistem jaringan akar • Ciri anatomi akar dikotil dan monokotil • Anatomi akar epifitik & penyimpan • Pertumbuhan sekunder akar	
--	--	--	--	---	--

6	Menjelaskan struktur organ batang tumbuhan beserta fungsinya	• Menjelaskan struktur anatomi dan fungsi organ batang tumbuhan • Mendeskripsikan letak, hubungan, struktur, dan fungsi organ batang penyusun tubuh tumbuhan berbiji • Menjelaskan hubungan antara struktur (luar & dalam) organ batang tumbuhan berbiji dengan fungsinya, serta dapat menganalisa dengan cermat hubungan tersebut	• PjBL (<i>Project Based Learning</i>) • Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i> • Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	1. Menentukan pertanyaan dasar a. Jelaskan struktur anatomi dan morfologi organ batang tumbuhan monokotil dan dikotil? b. Jelaskan fungsi organ batang tumbuhan! 2. Membuat desain project berupa produk berbasis pendekatan Etno-STEM dengan mengintegrasikan konsep Struktur Organ Batang Tumbuhan beserta Fungsinya. Kemudian	• Struktur anatomi dan morfologi organbatang tumbuhan monokotil. • Struktur anatomi dan morfologi organbatang tumbuhan dikotil. • Fungsi organ batang tumbuhan	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	10 %
---	--	--	--	--	--	---	------

7	Menjelaskan struktur organ daun tumbuhan beserta fungsinya	- Menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan organ batang tumbuhan berbiji. - Mengamati dengan cermat tentang pertumbuhan dan perkembangan organ batang tumbuhan berbiji.	- PjBL (<i>Project Based Learning</i>) - Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i>. - Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	- Menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan organ batang tumbuhan berbiji. - Mengamati dengan cermat tentang pertumbuhan dan perkembangan organ batang tumbuhan berbiji.	dilanjut kegiatan diskusi dan tanya jawab materi. - Menyusun penjadwalan untuk proyek - Memonitor kemajuan proyek - Penilaian hasil proyek - Evaluasi pengalaman	- Daun (perkembangan daun, struktur luar daun) - Dun monokotil dan dikotil - Anatomi daun: epidermis, jaringan mesofil (jaringan tiang	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	10%
---	--	--	---	--	--	--	--	-----

	dengan fungsinya, serta dapat menganalisa dengan cermat hubungan tersebut	• Menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan organ daun tumbuhan berbiji, dan dapat mengamati dengan cermat	2. Membuat desain project berupa produk berbasis pendekatan Etno-STEM dengan mengintegrasikan konsep Struktur Organ Daun Tumbuhan beserta Fungsinya. Kemudian dilanjut kegiatan diskusi dan tanya jawab materi.	• Morfologi daun: bagian daun, kelengkapan daun, macam daun, pelengkap daun. • Daun tunggal (pelepah, tangkai, helaian) • Daun majemuk	dan jaringan bunga karang), berkas pembuluh angkut, stomata.	
			3. Menyusun penjadwalan untuk proyek			
			4. Memonitor kemajuan proyek			
			5. Penilaian hasil proyek			
			6. Evaluasi pengalaman			
8	UTS					

9	Menjelaskan pentingnya air dan zat hara bagitumbuhan	- Menjelaskan fungsi dan sifatair dalam tumbuhan - Menjelaskan perbedaan difusi, osmosis, imbibisi, dan plasmolisis - Menguraikan mekanisme penyerapan zat hara - Menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan zat hara	- PjBL (<i>Project Based Learning</i>) - Media: kelas,LCD, komputer, <i>white board</i> - Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	1. Menentukan pertanyaan dasar - Jelaskan fungsi air bagi tumbuhan? - Bagaimana proses terjadinya difusi, osmosis, imbibisi, dan plasmolisis? - Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi zat hara? 2. Membuat desain project berupa produk berbasis pendekatan Etno-STEM dengan mengintegrasikan konsep Air dan Zat Hara bagi Tumbuhan. Kemudian dilanjut	- Fungsi dan sifatair dalam tumbuhan - Difusi, osmosis, imbibisi, dan plasmolisis - Mekanisme penyerapan zat hara - Faktor yang mempengaruhi penyerapan zat hara - Unsur makro dan mikro	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	5%
---	--	--	---	---	--	---	----

10	Menguraikan proses transportasi air pada tumbuhan	- Menjelaskan proses transportasi pada tumbuhan - Menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi	- PjBL (<i>Project Based Learning</i>) - Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i> - Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno-STEM”	kegiatan diskusi dan tanya jawab materi. 3. Menyusun penjadwalan untuk proyek 4. Memonitor kemajuan proyek 5. Penilaian hasil proyek 6. Evaluasi pengalaman	- Evaporasi, transpirasi, dan gutasi - Mekanisme membuka dan menutupnya stomata - Faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	10%
----	---	--	--	---	---	---	-----

				mengintegrasikan konsep Transportasi Air pada Tumbuhan. Kemudian dilanjut kegiatan diskusi dan tanya jawab materi. 3. Menyusun penjadwalan untuk proyek 4. Memonitor kemajuan proyek 5. Penilaian hasil proyek 6. Evaluasi pengalaman			
11	Menguraikan proses fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan	- Menjelaskan makna fotosintesis bagi kehidupan - Menguraikan proses fotosintesis - Menjelaskan proses fotosintesis pada tumbuhan C3, C4, dan CAM	- PjBL (<i>Project Based Learning</i>) - Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i> - Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan	1. Menentukan pertanyaan dasar a. Jelaskan proses terjadinya fotosintesis? b. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses fotosintesis?	- Skema fotosintesis - Reaksi siklis dan nonsiklis - Reaksi cahaya dan reaksi gelap - Siklus C3 - Siklus C4 - Metabolisme CAM	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	5%

12	Menguraikan mekanisme respirasi pada tumbuhan	• Menjelaskan fungsi respirasi • Menguraikan mekanisme respirasi pada tumbuhan.	• PjBL (<i>Project Based Learning</i>) • Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i> • Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	1. Menentukan pertanyaan dasar a. Jelaskan mekanisme respirasi pada tumbuhan? b. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi mekanisme respirasi pada tumbuhan? 2. Membuat desain project berupa produk berbasis pendekatan Etno-STEM dengan mengintegrasikan konsep Mekanisme Respirasi pada Tumbuhan. Kemudian dilanjut kegiatan diskusi dan tanya jawab materi.	• Glikolisis • Dekarboksilasi Oksidatif • Siklus Krebs • Transfer Elektron • Produksi ATP	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	5%
----	---	--	--	---	---	---	----

13	Menguraikan metabolisme nitrogen pada tumbuhan	• Menjelaskan siklus nitrogen • Menjelaskan fiksasi nitrogen	• PjBL (<i>Project Based Learning</i>) • Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i> • Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	3. Menyusun penjadwalan untuk proyek 4. Memonitor kemajuan proyek 5. Penilaian hasil proyek 6. Evaluasi pengalaman	• Siklus nitrogen • Fiksasi nitrogen secara biologi • Reduksi nitrat dan nitrit	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	5%
				1. Menentukan pertanyaan dasar - Jelaskan metabolisme nitrogen pada tumbuhan? - Sebutkan faktor-faktor yang menyebabkan metabolisme nitrogen pada tumbuhan?			
				2. Membuat desain project berupa produk berbasis			

14	Menguraikan metabolisme sulfur pada tumbuhan	- Menjelaskan fungsi unsur sulfur dalam tumbuhan - Menjelaskan proses asimilasi sulfat oleh tumbuhan	- PjBL (<i>Project Based Learning</i>) - Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i>	pendekatan Etno-STEM dengan mengintegrasikan konsep Metabolisme Nitrogen pada Tumbuhan. Kemudian dilanjut kegiatan diskusi dan tanya jawab materi. 3. Menyusun penjadwalan untuk proyek 4. Memonitor kemajuan proyek 5. Penilaian hasil proyek 6. Evaluasi pengalaman	- Metabolisme sulfur pada tumbuhan: - Fungsi unsur sulfur dalam tumbuhan - Asimilasi sulfat oleh tumbuhan	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	5%
----	--	---	---	--	---	---	----

• Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	b. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi metabolisme sulfur pada tumbuhan? 2. Membuat desain project berupa produk berbasis pendekatan Etno-STEM dengan mengintegrasikan konsep Metabolisme Sulfur pada Tumbuhan. Kemudian dilanjut kegiatan diskusi dan tanya jawab materi. 3. Menyusun penjadwalan untuk proyek 4. Memonitor kemajuan proyek 5. Penilaian hasil proyek 6. Evaluasi pengalaman				

15	Menjelaskan peranan enzim dan hormon pada tumbuhan	• Menguraikan mekanisme kerja enzim • Menjelaskan peranan hormon pada tumbuhan • Menyebutkan jenis-jenis hormon dan fungsinya bagi tumbuhan (Hormon Giberalin, auksin, gas etilen, asam absitat, sitokinin, asam traumalin, kalin).	• PjBL (<i>Project Based Learning</i>) • Media: kelas, LCD, komputer, <i>white board</i>. • Modul “Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tumbuhan Berbasis Pendekatan Etno – STEM”	1. Menentukan pertanyaan dasar a. Jelaskan peranan enzim dan hormon pada tumbuhan. b. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi peranan enzim dan hormon pada tumbuhan? 2. Membuat desain project berupa produk berbasis pendekatan Etno-STEM dengan mengintegrasikan konsep Peranan Enzim dan Hormon pada Tumbuhan. Kemudian dilanjut kegiatan diskusi dan tanya jawab materi.	• Mekanisme kerja enzim pada tumbuhan • Peran hormon pada pertumbuhan • Jenis-jenis hormon dan fungsinya bagi tumbuhan (Hormon Giberalin, auksin, gas etilen, asam absitat, sitokinin, asam traumalin, kalin).	Lembar diskusi, Presentasi, Rubrik penilaian produk	5%
----	--	---	---	--	--	---	----

[illegible]

PENILAIAN

1. Nilai Teori

- Nilai tatap muka : 5%
- Nilai Tugas terstruktur : 15%
- Nilai Tugas Mandiri : 15%
- Nilai Ujian Tengah Semester : 25%
- Nilai Ujian Akhir Semester : 40%

2. Nilai Praktikum

- Nilai Tatap Muka/ kehadiran praktikum : %10
- Pretest : %10
- Laporan praktikum : %50
- Ujian praktikum : %30

Nilai Akhir adalah Nilai Teori (60%) + Nilai Praktikum (40%)

FORMAT RANCANGAN TUGAS PENELITIAN

1. Capaian Pembelajaran

- a. Mahasiswa mampu melakukan penelitian yang berkaitan dengan Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan
- b. Mahasiswa mampu melakukan praktikum sederhana dengan menggunakan aplikasi E-Etnobotani yang berkaitan dengan tumbuhan

2. Metode/Cara pengerjaan Tugas:

Melakukan penelitian yang berkaitan dengan konsep Anatomi dan Fisiologi Tumbuhan

3. Deskripsi Luaran Tugas: Membuat mind map

4. Rencana penelitian: 25%

5. Proses penelitian: 50%

6. Laporan penelitian: 25 %

7. Rubrik dan Format Penilaian

Jenjang	Angka	Deskripsi Perilaku
Sangat Kurang	< 20	Tidak ada ide yang jelas untuk menyelesaikan masalah
Kurang	21 – 40	Ada ide yang dikemukakan, namun kurang sesuai dengan permasalahan
ukup	41 – 60	Ide yang dikemukakan jelas dan sesuai, namun kurang inovatif
Baik	61 – 80	Ide yang dikemukakan jelas, mampu menyelesaikan masalah, inovatif, cakupan tidak terlalu luas
Sangat Baik	81 – 100	Ide, jelas, inovatif, dan mampu menyelesaikan masalah dengan cakupan luas