

Oleh:  
Dr. Yeni Hendriani

# SISTEM PENCERNAAN

UNIT PEMBELAJARAN STEM  

---

MATA PELAJARAN BIOLOGI SMA

☎ 022 4231191  
☎ 022 4207922  
Homepage : [www.p4tkipa.kemdikbud.go.id](http://www.p4tkipa.kemdikbud.go.id)  
Email: [p4tkipa@yahoo.com](mailto:p4tkipa@yahoo.com)

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN DAN KEPENDIDIKAN  
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN  
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
JL. DIPONEGORO NO.12 - BANDUNG  
2018



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam

---

## **UNIT PEMBELAJARAN STEM**

Mata Pelajaran Biologi SMA

### **Sistem Pencernaan**

Penanggung jawab  
Dr. Sediono, M.Si.

Penulis:  
Dr. Yeni Hendriani

Penyunting  
Dr. Eneng Susilawati, M.Sc.

Penelaah  
Prof Dr. Nuryani Rustaman

*Copyright © 2018*

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan  
Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)*

*Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan*



## KATA PENGANTAR

Peningkatan kualitas pembelajaran IPA merupakan upaya yang tidak dapat ditunda-tunda lagi sejalan dengan berbagai tantangan yang dihadapi peserta didik saat ini, yaitu tantangan abad 21. Untuk menyiapkan peserta didik memiliki keterampilan abad 21, pembelajaran yang harus dilakukan guru pun harus berorientasi pada pembelajaran abad 21, yang memiliki karakteristik atau prinsip-prinsip: 1) pendekatan pembelajaran berpusat pada peserta didik; 2) peserta dibelajarkan untuk mampu berkolaborasi; 3) materi pembelajaran dikaitkan dengan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, pembelajaran harus memungkinkan peserta didik terhubung dengan kehidupan sehari-hari mereka; dan 4) dalam upaya mempersiapkan peserta didik menjadi warga negara yang bertanggung jawab, sekolah seyogyanya dapat memfasilitasi siswa untuk terlibat dalam lingkungan sosialnya.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat mengakomodir karakteristik pembelajaran abad 21 tersebut di atas adalah pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). STEM merupakan suatu pendekatan dimana Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika diintegrasikan dengan fokus pada proses pembelajaran pemecahan masalah dalam kehidupan nyata, pembelajaran STEM memperlihatkan kepada peserta didik bagaimana konsep-konsep, prinsip-prinsip sains, teknologi, rekayasa, dan matematika digunakan secara integrasi untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang memberikan manfaat untuk kehidupan manusia.

Untuk menyiapkan peserta didik Indonesia memperoleh keterampilan abad 21, yaitu keterampilan cara berpikir melalui berpikir kritis, kreatif, mampu memecahkan masalah dan mengambil keputusan serta cara bekerja sama melalui kolaborasi dan komunikasi, maka pendekatan STEM diadopsi untuk menguatkan implemetasi Kurikulum Nasional (Kurikulum 2013). Pendekatan STEM diyakini sejalan dengan ruh Kurikulum 2013 yang dapat diimplementasikan melalui penggunaan model pembelajaran berbasis proyek (PJBL) dengan menggunakan scientific dan engineering practices. Salah satu bentuk dukungan PPPPTK IPA adalah dengan melatih guru sains untuk memahami dan menguasai pembelajaran sains berbasis STEM dan mengembangkan bahan ajar sains berbasis STEM sesuai kurikulum 2013

Pengembangan bahan ajar sains berbasis STEM, dilakukan secara bertahap dan disesuaikan dengan Kurikulum 2013. Bahan ajar yang disusun dinamai UNIT PEMBELAJARAN STEM yang terdiri dari:

Unit Pembelajaran STEM IPA : Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro

SMP

Unit Pembelajaran STEM : Sistem Pencernaan

Biologi SMA

Unit Pembelajaran STEM : Pertumbuhan dan Perkembangan Pada

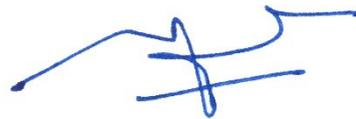
Biologi SMA Tanaman

Unit Pembelajaran STEM Fisika : Purwarupa Perahu Layar

SMA

Besar harapan kami, Unit Pembelajaran tersebut dapat digunakan sebagai bahan ajar dan alternatif buku sumber bagi guru-guru yang mengajar IPA dalam menyusun rencana pembelajaran IPA berbasis STEM.

Bandung, 2 Mei 2018  
Kepala



Dr. Sediono, M.Si.  
NIP. 195909021983031002

## **I. Pendahuluan**

### **A. Penjelasan Umum**

Penguasaan ilmu eksakta, terutama di bidang sains, teknologi, enjiniring, dan matematika, memiliki peran penting di dunia pendidikan. Integrasi bidang-bidang keilmuan tersebut diharapkan menjadi kunci sukses bagi pembangunan suatu negara, terutama dalam rangka persaingan pengembangan karir pekerjaan/ketrampilan abad 21 di tataran global. Istilah STEM diluncurkan oleh National Science Foundation Amerika Serikat pada tahun 1990-an sebagai tema gerakan reformasi pendidikan dalam keempat bidang disiplin tersebut untuk meningkatkan jumlah sumber daya manusia yang menguasai bidang-bidang STEM, mengembangkan warga negara yang melek STEM, serta meningkatkan daya saing global AS dalam inovasi iptek (Hanover Research, 2011). Pendekatan STEM mungkin saja melibatkan ilmu lainnya sebagai penunjang, seperti Ilmu Pengetahuan Sosial, Bahasa dan Seni (Bybee, 2010; Sanders, 2009).

Selanjutnya beberapa negara di Benua Asia mulai mengembangkan STEM di negaranya untuk mengejar ketertinggalan atau semakin meningkatkan kompetensi SDM-nya, seperti Jepang, Korea, India, Thailand, Malaysia, Filipina, termasuk Indonesia. Pendidikan STEM sebagai suatu pendekatan interdisiplin pada pembelajaran, memberikan peluang kepada guru untuk memberi gambaran kepada peserta didik pentingnya konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, enjiniring, dan matematika digunakan dalam konteks nyata secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan STEM diharapkan dapat dibentuk sumber daya manusia (SDM) yang mampu bernalar dan berpikir kritis, logis, dan sistematis, serta meningkatkan kemampuan komunikatif, kolaboratif dan pemecahan masalah. Dengan meningkatnya kompetensi SDM, diharapkan Negara kita dapat menghadapi tantangan global serta dapat mampu meningkatkan perekonomian, sekaligus untuk mewujudkan proyeksi Indonesia sebagai negara dengan perekonomian terbesar ketujuh di dunia pada tahun 2030.

### **B. Topik Pembelajaran STEM (Pencernaan Makanan )**

Unit pembelajaran ini berisi pembahasan tentang topik Pencernaan Makanan yang dipelajari peserta didik SMA di kelas XI dalam mata pelajaran Biologi. Topik Pencernaan makanan terpilih menggunakan pendekatan STEM karena berdasarkan hasil kajian berisi cakupan pengetahuan atau sains yang terkait dengan teknologi tertentu yang dapat direayasa dengan mempertimbangkan perhitungan-perhitungan matematika. Dari

sisi sains, topik ini akan membahas pengetahuan faktual tentang organ-organ pencernaan dan gangguan sistem pencernaan; pengetahuan konseptual mencakup nutrisi pada bahan makanan dan proses pencernaan; pengetahuan prosedural yang dapat dipelajari mencakup uji berbagai zat makanan; serta pengetahuan metakognitif tentang bagaimana upaya pencegahan gangguan sistem pencernaan. Dari sisi teknologi, unit ini akan membahas tentang “Teknologi Pengolahan Pangan” dengan menggunakan mikro-organisma sehingga diperlukan tempat pemeraman atau fermentor. Dari sisi *engineering* atau rekayasa siswa akan diminta untuk merancang fermentor untuk optimalisasi perkembangan ragi (*plan*) dengan melakukan beberapa perhitungan matematika terkait dengan volume fermentor yang dirancang serta kelembaban dan suhu yang optimal untuk pertumbuhan ragi.

### **C. Deskripsi Unit Pembelajaran**

Secara umum unit pembelajaran ini terdiri dari tiga bagian. Bagian pertama “Pendahuluan” yang berisi penjelasan umum tentang topik yang dibahas, pembelajaran STEM, dan deskripsi komponen-komponen unit pembelajaran. Bagian kedua merupakan “Pedoman Guru” yang menguraikan tentang: 1) kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai; 2) tujuan pembelajaran; 3) analisis materi Pembelajaran STEM dengan menguraikan setiap komponen; 4) desain pembelajaran Sistem Pencernaan dengan pendekatan STEM; 5) kemampuan prasyarat guru ketika akan membelajarkan unit ini dan kemampuan prasyarat peserta didik ketika akan mempelajari unit ini; 6) pengembangan keterampilan abad 21; 7) Pengembangan Penguatan Pendidikan Karakter melalui pembelajaran yang disajikan, 8) skenario pembelajaran yang mencakup pendekatan, model, dan metode yang akan digunakan serta langkah-langkah pembelajarannya; 9) sumber belajar yang perlu disiapkan guru; 10) Alat dan bahan yang diperlukan. Bagian ketiga menguraikan Penilaian Pembelajaran yang akan dilaksanakan. Pada bagian ini dibahas teknik dan bentuk penilaian yang digunakan serta instrumen penilaiannya, yaitu instrumen penilaian sikap, keterampilan, dan pengetahuan. Bagian keempat berupa “Penutup”. Di bagian lampiran dikemukakan Lembar Kegiatan untuk Peserta Didik (LKPD) dan Petunjuk Guru berupa tips: Teknologi, K3, pengelolaan kelas jika diperlukan sesuai dengan materi pembelajaran.

## BAB II

### PEDOMAN PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN STEM

#### A. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

##### 1. Kompetensi Dasar:

- 3.7 Menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem pencernaan dalam kaitannya dengan nutrisi, bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem pencernaan manusia.
- 4.7 Menyajikan laporan hasil uji zat makanan yang terkandung dalam berbagai jenis bahan makanan dikaitkan dengan kebutuhan energi setiap individu serta teknologi pengolahan pangan dan keamanan pangan.

##### 2. Indikator

- a. Mengidentifikasi zat-zat yang diperlukan oleh tubuh
- b. Menganalisis kandungan zat makanan dalam bahan makanan
- c. Mengidentifikasi organ-organ pencernaan
- d. Menjelaskan fungsi enzim dalam pencernaan makanan
- e. membandingkan proses pencernaan mekanik dan kimia
- f. Mengidentifikasi berbagai gangguan pada sistem pencernaan
- g. Mengusulkan cara-cara pencegahan penyakit pada sistem pencernaan dengan memperhatikan aspek keamanan pangan
- h. Mengidentifikasi jenis-jenis teknologi pengolahan pangan
- i. Mengidentifikasi masalah pada teknologi pengolahan pangan fermentasi ragi
- j. Merancang inkubator untuk optimalisasi perkembangan ragi
- k. Menguji kandungan zat makanan pada produk hasil fermentasi pada fermentor.
- l. Mengevaluasi hasil produk dan perbaikan fermentor.
- m. Mempresentasikan hasil rancangan dan produk inkubator
- n. Menyusun laporan perancangan proses fermentor dan produk yang dihasilkan.

#### B. Tujuan Pembelajaran

Melalui pembelajaran STEM Peserta Didik secara **kreatif** dapat menganalisis hubungan antara struktur jaringan penyusun organ pada sistem pencernaan dalam kaitannya dengan nutrisi, bioproses dan gangguan fungsi yang dapat terjadi pada sistem pencernaan manusia serta **kritis** dalam menyajikan laporan hasil uji zat makanan yang terkandung dalam berbagai jenis bahan makanan dikaitkan dengan kebutuhan energi setiap individu serta

teknologi pengolahan pangan dan keamanan serta **memiliki sikap disiplin dan bekerjasama.**

### C. Analisis Materi Pembelajaran STEM

<p><b>Sains</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutrisi pada bahan makanan</li> <li>• Organ pencernaan</li> <li>• Proses pencernaan</li> <li>• Uji zat makanan</li> <li>• Gangguan sistem pencernaan</li> <li>• Upaya pencegahan gangguan sistem pencernaan.</li> </ul>	<p><b>Teknologi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktik teknologi pengolahan pangan dengan menggunakan mikroorganisma dan fermentor</li> <li>• Menggunakan internet untuk mencari informasi terkait jenis teknologi pengolahan pangan, masalah pada teknologi pengolahan pangan, pemecahan masalah teknologi pengolahan pangan dan desain fermentor.</li> <li>• Menggunakan komputer untuk membuat tabel atau grafik hasil pengamatan</li> </ul>
<p><b>Enjiniring</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merancang fermentor/ inkubator untuk optimalisasi perkembangan ragi.</li> <li>• Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan fermentor.</li> <li>• Membuat produk fermentor dan menguji keoptimalan fermentor melalui serangkaian percobaan.</li> <li>• Mengevaluasi hasil produk untuk perbaikan fermentor.</li> </ul>	<p><b>Matematika</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Menghitung skala dan dimensi fermentor.</li> <li>2) Menghitung kecepatan proses fermentasi terhadap suhu fermentor.</li> <li>3) Membuat dan menganalisis grafik kecepatan fermentasi terhadap suhu fermentor.</li> <li>4) Memprediksi kebutuhan dimensi fermentor pada skala produksi yang lebih besar.</li> </ol>

### D. Desain pembelajaran “Sistem Pencernaan” dengan pendekatan STEM

<i>Scientific &amp; Engineering Practice</i>	Label Konsep dan Definisi konsep	Topik/ Materi	<i>Deskripsi Kegiatan pembelajaran</i>	<i>Crosscutting Concept</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikasi jenis-jenis teknologi pengolahan pangan (<i>Asking</i>)</li> <li>• Identifikasi masalah pada teknologi pengolahan pangan (<i>Asking</i>)</li> <li>• Diskusi pemecahan masalah teknologi pengolahan pangan terutama pada proses fermentasi ragi (<i>imagine</i>)</li> <li>• Merancang fermentor/ incubator fermentasi untuk optimalisasi perkembangan ragi (<i>Plan</i>)</li> <li>• Menentukan alat dan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknologi Pengolahan Pangan</li> <li>• Proses Fermentasi</li> <li>• Uji Zat makanan</li> </ul>	Sistem Pencernaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskusi tentang jenis-jenis, masalah dan solusi dalam teknologi pengolahan pangan.</li> <li>• Merancang dan membuat fermentor</li> <li>• Mengujicoba fermentor</li> <li>• Melakukan evaluasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem dan model sistem</li> <li>• Skala, proporsi, dan kuantitas</li> </ul>

<i>Scientific &amp; Engineering Practice</i>	<b>Label Konsep dan Definisi konsep</b>	<b>Topik/ Materi</b>	<i>Deskripsi Kegiatan pembelajaran</i>	<i>Crosscutting Concept</i>
bahan untuk pembuatan fermentor/inkubator fermentasi. ( <i>Plan</i> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat produk inkubator dan menguji keoptimal-an melalui serang-kaian percobaan. (<i>Create</i>)</li> <li>• Evaluasi hasil pro-duk dan perbaikan. (<i>Improve</i>): Menguji kandungan zat makanan pada produk hasil fermentasi.</li> <li>• Melakukan desain ulang terhadap fermentor/ inkubator fermentasi.</li> <li>• Mempresentasikan hasil rancangan dan produk fermentor/ inkubator fermentasi.</li> <li>• Menyusun laporan.</li> </ul>			terhadap produk <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meredesain (desain ulang) rancangan</li> <li>• Mempresen-tasikan produk</li> <li>• Menyusun laporan</li> </ul>	

## **E. Kemampuan Prasyarat :**

### **Guru:**

1. Konsep Nutrisi (Gizi): Nutrisi adalah zat kimia yang ada dalam makanan dan bertanggung jawab untuk pertumbuhan dan kesehatan tubuh. Nutrisi terdiri dari makronutrien dan mikronutrien. Setiap nutrisi memainkan peran penting dalam tubuh.
2. Organ-organ pencernaan: merupakan saluran pencernaan yang dimulai dari mulut sampai ke anus, serta kelenjar-kelenjar yang menghasilkan enzim pencernaan.
3. Proses pencernaan: Proses ini dibahas lengkap dari mulai motilitas (pergerakan makanan melalui sistem pencernaan), sekresi (pelepasan zat atau enzim untuk meningkatkan pemecahan makanan). Pencernaan (pemecahan makanan secara fisika dan kimiawi), dan absorpsi (penyerapan serta transfer zat-zat makanan ke jaringan)
4. Gangguan sistem pencernaan: membahas tentang gangguan umum sistem pencernaan, penyebab, dan cara pencegahannya. Misalnya konstipasi, diare, kanker usus, dan maag.
5. Alternatif teknologi sistem pencernaan makanan
6. Alternatif rekayasa teknologi sistem pencernaan makanan

7. Perhitungan skala dan dimensi fermentor
8. Pendekatan STEM
9. Keterampilan proses sains
10. Keterampilan penggunaan IT

**Siswa:**

1. Jenis-jenis zat makanan: Berupa makronutrien dan mikronutrien
2. Keterampilan proses sains
3. Keterampilan melakukan praktikum
4. Keterampilan penggunaan IT

**F. Pengembangan Keterampilan Abad 21**

Melalui berbagai kegiatan yang dilakukan dalam proses pembelajaran ini, diharapkan peserta didik memperoleh pengalaman yang dapat mengembangkan dan meningkatkan kemampuannya dalam berpikir kritis dan memecahkan permasalahan, kreatif, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi dengan baik

**G. Pengembangan Penguatan Pendidikan Karakter**

Pendidikan karakter yang akan dibiasakan kepada peserta didik selama dan setelah proses pembelajaran sistem pencernaan makanan adalah.

1. Religius: bersyukur, toleransi, percaya diri, tidak memaksakan kehendak, mencintai dan menjaga keutuhan ciptaan Tuhan
2. Nasionalis: menjaga lingkungan dan disiplin
3. Mandiri: kerja keras, kreatif, kegigihan
4. Gotong royong: menghargai, kerjasama
5. Integritas: kejujuran, tanggungjawab, dan keteladanan

## H. Skenario Pembelajaran

### Pertemuan ke 1

1. Pendekatan: *STEM Education*
2. Model : *Problem Based Learning*
3. Metode : Eksperimen, Diskusi
4. Tujuan Pembelajaran

- a. Melalui diskusi, siswa dapat mengidentifikasi zat-zat yang diperlukan oleh tubuh
- b. Melalui praktikum, siswa dapat menganalisis kandungan zat makanan dalam bahan makanan

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengucapkan salam</li> <li>• Pengkondisian Kelas</li> <li>• <b>Motivasi:</b> Guru menunjukkan beberapa bahan makanan dilanjutkan dengan mengajukan pertanyaan</li> <li>• <b>Apersepsi:</b> Guru meminta siswa untuk menduga zat makanan yang terkandung dalam bahan makanan yang ditunjukkan?</li> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang harus dicapai pada kompetensi KD 3.7 dan KD 4.7</li> </ul>	5'
<b>Kegiatan Inti</b>	<b>Fase 1</b> <i>Orientasi peserta didik kepada masalah</i>	<p>Siswa diminta mengamati gambar atau video orang yang mengalami defisiensi zat makanan, misalnya orang yang mengalami busung lapar, penyakit gondok, rabun senja, dan marasmus, mintalah siswa untuk membuat pertanyaan-pertanyaan terkait gambar atau video tersebut. Pertanyaan yang dibuat siswa misalnya sebagai berikut:</p> <p>Mengapa mereka bisa terserang penyakit tersebut?</p> <p>Bagaimana dampak penyakit tersebut terhadap kualitas hidup mereka?</p> <p>Bagaimana cara menjaga kesehatan tubuh supaya tidak menderita penyakit tersebut?</p> <p>Dengan bimbingan guru siswa merumuskan permasalahan yang akan dicari solusinya dalam pembelajaran ini, misalnya: “Bagaimana menguji zat makanan yang terkandung dalam bahan makanan? Bagaimana menghitung jumlah bahan makanan dan jumlah reagen atau indikator yang diperlukan dalam pengujian zat makanan?”</p>	15'

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
	<b>Fase 2</b> <i>Mengorganisasikan peserta didik</i>	Pada tahap ini guru membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut. Peserta didik dikelompokkan secara heterogen, masing-masing kelompok mendiskusikan zat-zat makanan yang diperlukan oleh tubuh dan bagaimana cara menguji zat makanan dalam bahan makanan.	15'
	<b>Fase 3</b> <i>Membimbing penyelidikan individu dan kelompok</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa berdiskusi dalam kelompok mengumpulkan informasi, dan melakukan praktikum uji zat makanan untuk memecahkan permasalahannya (LKPD 1).</li> <li>• Siswa mengidentifikasi alternatif solusi terkait masalah yang dirumuskan</li> <li>• Guru membimbing siswa dalam memecahkan masalah</li> </ul>	35'
	<b>Fase 4</b> <i>Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa berdiskusi dalam kelompok untuk menyimpulkan kandungan zat makanan yang ditemukan pada hasil praktikum.</li> <li>• Siswa menyajikan solusi permasalahan dalam bentuk laporan tertulis.</li> <li>• Siswa mempresentasikan laporan pembahasan hasil temuan, alternatif solusi permasalahan, dan menarik kesimpulan.</li> </ul>	40'
	<b>Fase 5</b> <i>Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengan bimbingan guru, siswa melakukan analisis dan evaluasi pemecahan masalah yang telah dilakukan.</li> <li>• Mendiskusikan langkah-langkah kegiatan yang dilakukan dengan memperhatikan [apakah] langkah-langkah tersebut sudah tepat atau masih ada yang kurang atau perlu dikembangkan.</li> </ul>	10'
<b>Kegiatan Penutup</b>	Mereviu dan mengevaluasi hasil belajar. Memberi tugas selanjutnya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mereviu konsep dan kegiatan yang belum dipahami siswa.</li> <li>• Guru mengevaluasi hasil belajar mengenai materi yang telah dipelajari siswa.</li> <li>• Guru memberi tugas untuk membaca tentang organ, proses, dan gangguan sistem pencernaan.</li> </ul>	15'

## Pertemuan ke 2

1. Pendekatan : *STEM Education*
2. Model : *Discovery Learning*
3. Metode : Eksperimen, Diskusi
4. Tujuan Pembelajaran :

- a. Melalui pengamatan gambar, torso, atau video siswa dapat mengidentifikasi organ-organ pencernaan
- b. Melalui analisis video tentang proses pencernaan makanan (mekanik dan enzimatik), siswa dapat menjelaskan fungsi enzim dalam pencernaan makanan
- c. Melalui analisis video tentang proses pencernaan makanan (mekanik dan enzimatik), siswa dapat membandingkan proses pencernaan mekanik dan kimia.
- d. Melalui diskusi siswa dapat mengidentifikasi berbagai gangguan pada sistem pencernaan.
- e. Melalui kajian literatur siswa dapat menyusun laporan dengan *outline* topik pencegahan penyakit pada sistem pencernaan dengan memperhatikan aspek keamanan pangan.

Langkah Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengucapkan salam</li> <li>• Pengkondisian Kelas</li> <li>• <b>Motivasi:</b> Guru menunjukkan perbandingan hasil uji yodium pada tepung yang diberi air liur dengan yang tidak.</li> <li>• <b>Apersepsi:</b> Guru meminta siswa untuk menduga apa proses yang terjadi sehingga hasilnya berbeda?</li> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang harus dicapai pada pertemuan 2</li> </ul>	5'
<b>Kegiatan Inti</b>	1. <i>Stimulation</i> (simulasi/Pemberian rangsangan)	<p>Guru menayangkan foto/gambar penderita usus buntu dan menanyakan: “Apa yang kalian pikirkan tentang foto/gambar tersebut?”</p> <p style="text-align: center;"><b>PENYAKIT USUS BUNTU</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 10px;">media</div>  </div> <p>Dilanjutkan dengan pertanyaan “Apa kira-kira dampak penyakit tersebut pada proses pencernaan makanan?”</p>	5'
	2. <i>Problem statemen</i> (pertanyaan/identifikasi masalah)	<p>Guru memberikan masalah yang berkaitan dengan gambar/foto penderita usus buntu sampai siswa dapat berpikir dan bertanya segala sesuatu terkait dengan sistem pencernaan, contohnya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apa saja organ pencernaan makanan?</li> <li>• Bagaimanakah proses pencernaan makanan?</li> </ul>	10'

Langkah Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Selain usus buntu apa lagi gangguan atau penyakit pada sistem pencernaan?</li> <li>Bagaimana pencegahan penyakit pada sistem pencernaan?</li> </ul>	
	3. <i>Data collection</i> (pengumpulan data)	<p>Siswa mengamati gambar, torso, atau video untuk dapat mengidentifikasi organ-organ pencernaan dan bagaimana proses pencernaan makanan.</p> <p>Siswa mencari informasi dari buku sumber atau internet tentang gangguan atau penyakit pada system pencernaan makanan dan mendiskusikannya di kelompok masing-masing.</p>	45'
	4. <i>Data processing</i> (pengolahan Data)	Siswa mengolah data hasil pengamatan tentang organ pencernaan, proses pencernaan makanan (mekanik dan enzimatik, fungsi enzim dalam pencernaan makanan, perbandingan proses pencernaan mekanik dan kimia, gangguan sistem pencernaan makanan dan cara pencegahannya.	20'
	5. <i>Verification</i> (pembuktian)	Mendiskusikan hasil pengamatannya dalam diskusi kelas dan mengaitkan perilaku yang harus dilakukannya untuk membentuk sikap positif tentang proses pencernaan dan bagaimana memelihara organ pencernaan dan memverifikasi dengan data-data pada buku sumber.	35'
	6. <i>Generalization</i> (menarik kesimpulan/generalisasi)	Siswa menyimpulkan dengan bimbingan guru tentang organ pencernaan, proses pencernaan makanan (mekanik dan enzimatik, fungsi enzim dalam pencernaan makanan, perbandingan proses pencernaan mekanik dan kimia, gangguan sistem pencernaan makanan dan cara pencegahannya., serta sikap positif (janji diri) terkait dengan proses pencernaan dan bagaimana memelihara organ pencernaan (pola hidup sehat).	10'
<b>Kegiatan Penutup</b>	Mereviu/ mengevaluasi, dan memberi tugas selanjutnya	<p>Guru melakukan reviu tentang konsep yang belum dipahami siswa.</p> <p>Guru memberikan tugas terstruktur agar siswa lebih memahami konsep, yaitu berupa tugas kajian literatur dan menyusun laporan dengan outline topik pencegahan penyakit pada sistem pencernaan dengan memperhatikan aspek keamanan pangan</p>	5'

### Pertemuan ke 3

1. Pendekatan : *STEM Education*
2. Model : *Project Based Learning*
3. Metode : Eksperimen, Diskusi

4. Tujuan Pembelajaran :

- a. Melalui diskusi, siswa dapat mengidentifikasi jenis-jenis teknologi pengolahan pangan
- b. Melalui diskusi, siswa dapat mengidentifikasi masalah pada teknologi pengolahan pangan fermentasi ragi
- c. Melalui praktik, siswa mampu merancang inkubator untuk optimalisasi perkembangan ragi

Langkah Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar siswa dan kesiapan belajar</li> <li>• Guru mengajukan pertanyaan tentang Sistem Pencernaan yang sudah dipelajari pada pertemuan sebelumnya.</li> <li>• Siswa diinformasikan mengenai kegiatan dan indikator yang akan dicapai melalui kegiatan pembelajaran.</li> </ul>	5'
<b>Kegiatan Inti</b>	Penentuan Pertanyaan Mendasar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa diminta menuliskan apa yang telah mereka ketahui tentang teknologi pengolahan pangan.</li> <li>• Guru mengarahkan siswa untuk berdiskusi mengenai teknologi pengolahan pangan.</li> <li>• Siswa mencari informasi melalui internet tentang masalah yang dihadapi dan solusi efektif untuk masalah teknologi pengolahan pangan terutama pada proses fermentasi ragi.</li> </ul>	20'
	Mendesain Perencanaan Proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa merancang langkah-langkah perencanaan proyek mulai dari:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. merancang fermentor;</li> <li>b. menentukan alat dan bahan;</li> <li>c. membuat produk inkubator dan menguji keoptimalan melalui serangkaian percobaan;</li> <li>d. menguji kandungan zat makanan pada produk hasil fermentasi;</li> <li>e. mengevaluasi hasil produk dan perbaikan (<i>Improve</i>);</li> <li>f. melakukan desain ulang terhadap fermentor/ inkubator fermentasi;</li> <li>g. mempresentasikan hasil rancangan dan produk fermentor/ inkubator fermentasi;</li> <li>h. menyusun laporan.</li> </ol> </li> </ul>	20'
	Menyusun Jadwal	Siswa menyusun jadwal pelaksanaan kegiatan	10'

Langkah Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
	Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek	<p>sesuai dengan rancangan proyek yang akan dilakukan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa secara berkelompok merancang fermentor/ inkubator fermentasi untuk optimalisasi perkembangan ragi.</li> <li>• Siswa menentukan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan fermentor/ inkubator fermentasi.</li> <li>• Siswa menghitung skala dan dimensi fermentor</li> <li>• Siswa membuat produk inkubator dan menguji keoptimalannya dengan menyimpan tape dan yoghurt hasil buatan kelompok pada inkubator, sebagian tape dan yoghurt disimpan secara tradisional. Pada inkubator disimpan thermometer.</li> <li>• Guru memonitor peserta didik dan kemajuan proyek</li> </ul> <p><b>Catatan:</b> bahan tape untuk setiap kelompok berbeda, pilihan bahan misalnya: beras ketan, singkong, ubi jalar, sukun, ubi ungu, dan kentang.</p>	65'
<b>Kegiatan Penutup</b>	Mereviu dan memberikan tugas lanjutan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru melakukan revidi proses kegiatan.</li> <li>• Guru mengingatkan siswa untuk mengamati suhu inkubator dan suhu ruangan selama tiga hari pada pagi, siang, dan sore. Untuk pertemuan berikutnya siswa akan mengevaluasi hasil produk dengan menguji kandungan zat makanan dan rasa dari tape dan yoghurt yang disimpan di inkubator serta tape dan yoghurt yang disimpan secara tradisional.</li> </ul>	15'

## Pertemuan ke 4

1. Pendekatan : *STEM Education*
2. Model : *Project Based Learning*
3. Metode : Eksperimen, Diskusi

### 4. Tujuan Pembelajaran

- a. Melalui pengujian kandungan zat makanan pada produk hasil fermentasi pada fermentor siswa dapat mengevaluasi kinerja fermentor.
- b. Melalui kegiatan analisis kinerja fermentor siswa dapat memperbaiki fermentor.
- c. Melalui kegiatan presentasi siswa dapat mengkomunikasikan hasil rancangan dan produk fermentor.
- d. Melalui diskusi siswa mampu menyusun laporan perancangan proses fermentor dan produk yang dihasilkan.

Langkah Pembelajaran	Sintaks Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengucapkan salam, lalu pengkondisian kelas</li> <li>• <b>Motivasi:</b> Guru mengingatkan apa yang telah dilakukan siswa pada pembelajaran sebelumnya.</li> <li>• <b>Apersepsi:</b> Guru meminta siswa untuk menduga kadar glukosa yang disimpan di fermentor ataukah yang disimpan secara tradisional yang tertinggi?</li> <li>• Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai pada pertemuan 4.</li> </ul>	5'
<b>Kegiatan Inti</b>	Menguji Hasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa menguji kandungan zat makanan dan rasa pada produk hasil fermentasi dan membandingkan hasilnya.</li> <li>• Siswa mengevaluasi hasil produk untuk meakukan perbaikan (<i>Improve</i>).</li> <li>• Mendesain ulang fermentor/ inkubator fermentasi.</li> <li>• Mempresentasikan hasil rancangan dan produk fermentor/ inkubator fermentasi;</li> </ul>	65'
	Mengevaluasi Pengalaman	<p>Siswa mengevaluasi pengalaman mereka dari mulai:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. perancangan proyek;</li> <li>b. menentukan jadwal;</li> <li>c. merancang fermentor;</li> <li>d. membuat fermentor;</li> <li>e. mengujicoba fermentor;</li> <li>f. mengevaluasi hasil produk dengan melakukan uji kandungan makanan pada produk hasil fermentasi;</li> <li>g. mendesain ulang fermentor</li> <li>h. mempresentasikan hasil rancangan</li> </ol> <p>Semua catatan pengalaman tersebut harus dimasukkan pada laporan proyek</p>	20'
<b>Kegiatan Penutup</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mereviu proses kegiatan pembelajaran dan hasil belajar yang diharapkan diperoleh siswa.</li> <li>• Siswa melaksanakan post test</li> <li>• Guru mengingatkan siswa untuk membuat laporan proyek sesuai dengan sistematika pada LKPD</li> </ul>	45'

--	--	--	--

### **I. Sumber Belajar**

1. Buku Paket
2. Internet

### **J. Alat dan Bahan**

1. Kardus/ Kotak Kayu/ Kotak Kaca
2. Toples Bertutup
3. Lampu
4. Kabel
5. Saklar Putar
6. Dinamo
7. Batang Pengaduk
8. Singkong
9. Susu
10. Ragi
11. Bibit Yoghurt
12. Beras Ketan
13. Ubi jalar
14. Ubi ungu
15. Kentang
16. Sukun

Tambahan

Lengkapi alat dan bahan lain yang diperlukan yang belum tercantum dalam daftar di atas.

## BAB III

### PENILAIAN PEMBELAJARAN

#### A. Teknik dan Bentuk Penilaian yang akan Digunakan

No	Aspek	Teknik	Bentuk Instrumen
1.	Sikap	<ul style="list-style-type: none"><li>- Observasi Kegiatan Praktikum</li><li>- Observasi Kegiatan Diskusi</li><li>- Penilaian Diri</li><li>- Penilaian Antar Peserta Didik</li><li>- Jurnal</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lembar Observasi</li><li>- Lembar Observasi</li><li>- Format Penilaian</li><li>- Format Penilaian</li><li>- Catatan</li></ul>
2.	Pengetahuan	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tes tertulis</li><li>- Penugasan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Soal pilihan ganda</li><li>- Soal Uraian</li><li>- Tugas &amp; Rubrik</li></ul>
3.	Keterampilan	<ul style="list-style-type: none"><li>- Penilaian Praktik</li><li>- Penilaian Proyek</li><li>- Penilaian Portofolio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lembar Pengamatan</li><li>- Rubrik Penilaian</li><li>- Tugas Proyek</li></ul>

#### Rincian Instrumen Penilaian per Pertemuan

##### Pertemuan 1

Aspek Pengetahuan: Penugasan laporan praktikum uji makanan

Aspek Keterampilan: Penilaian Praktikum uji makanan dengan lembar pengamatan

##### Pertemuan 2

Aspek Sikap: Teknik observasi kegiatan diskusi dengan instrument lembar observasi

Aspek Pengetahuan: Penugasan kajian literatur dan menyusun laporan dengan *outline* topik pencegahan penyakit pada sistem pencernaan dengan memperhatikan aspek keamanan pangan.

##### Pertemuan 3

Aspek Keterampilan: Penilaian praktik pembuatan dan pengujian fermentor.

##### Pertemuan 4

Aspek Sikap: Penilaian diri tentang sikap terhadap pembelajaran STEM

Aspek Pengetahuan: - Tes tertulis dalam bentuk pilihan ganda dan uraian terbuka  
- Penilaian laporan proyek

Aspek Keterampilan: - Penilaian Produk

## B. Instrumen Penilaian

### 1. Penilaian Sikap

#### a. Pertemuan 2: Format observasi diskusi kelompok dan diskusi kelas

No.	Indikator Sikap Nama Siswa	Mengajukan pertanyaan	Mengusulkan ide	Partisipasi	Total Nilai
1.					
2.					
3.					
....					

#### Catatan:

Kolom sikap diisi nilai yang sesuai dengan kriteria berikut:

1. Kurang
2. Cukup
3. Baik
4. Amat baik

#### b. Pertemuan 4: Penilaian diri tentang sikap terhadap pembelajaran STEM

Nama : .....

Kelas : .....

Isilah pernyataan berikut secara jujur, dengan cara memberi cheklis pada angka yang sesuai. **Catatan:** 4 : sangat setuju, 3 : setuju, 2 : kurang setuju, 1 : tidak setuju

No	Pernyataan	1	2	3	4
1.	Saya sangat menyukai pembelajaran dengan pendekatan STEM.				
2.	Dengan pembelajaran seperti ini, saya dapat memahami konsep biologi dan kaitannya untuk membuat suatu produk.				
3.	Pembelajaran STEM membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan.				
4.	Saya menginginkan pembelajaran STEM dapat digunakan pada mata pelajaran lain.				
5.	Ketika merancang suatu karya, saya merasa lebih memahami kaitan antara sains, teknologi, enjiniring, dan matematika.				

## 2. Penilaian Keterampilan

### a. Pertemuan 1: Format observasi Penilaian Praktikum uji makanan

No.	Aspek yang dinilai Nama Siswa	Menggunakan jas laboratorium	Pengetahuan tentang prosedur kerja	Keterampilan melakukan uji makanan	Membersihkan dan menyimpan alat dan bahan pada tempatnya	Total Nilai
1.						
2.						
3.						
....						

### b. Pertemuan 3: Format Penilaian Proyek

Materi Pelajaran :		Nama Kelompok:
Nama Proyek :		Kelas :
Alokasi Waktu :		
No	Tahapan	Skor ( 1 – 5 )*
1	Tahap Perencanaan Alat dan Bahan Tahap perancangan fermentor	
2	Tahap Proses Pembuatan : a. Persiapan alat dan bahan b. Cara kerja pembuatan fermentor c. K3 (Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan)	
3	Tahap Akhir (Hasil Produk) a. Bentuk fisik b. Inovasi	
<b>TOTAL SKOR</b>		

Catatan :

\*) Skor diberikan dengan rentang skor 1 sampai dengan 5, dengan ketentuan semakin lengkap jawaban dan ketepatan dalam proses pembuatan maka semakin tinggi nilainya.

## 3. Penilaian Pengetahuan

### a. Pertemuan 1: Penilaian laporan Praktikum uji makanan

### Lembar Penilaian Laporan Kelompok

Kelompok :  
Kelas :  
Tugas :  
Tanggal :

No.	Aspek yang dinilai	Skor	Skor yang diperoleh
1.	Sistematika laporan	4	
2.	Kelengkapan laporan	4	
3.	Penggunaan Bahasa	4	
4.	Melakukan pengolahan data dan melaporkan hasil.	4	
5.	Menginterpretasikan data untuk menunjukkan adanya hubungan antar variabel	4	
6.	Menyimpulkan hasil eksperimen.	4	
7.	Presentasi laporan percobaan	4	

Nilai = skor yang diperoleh/skor maksimal x 100

#### Saran Guru:

.....  
.....  
.....

### Rubrik Penilaian Laporan Praktikum

1. Sistematika laporan  
4 = laporan dibuat sesuai sistematika penulisan, jelas dan benar  
3 = laporan dibuat dengan benar tetapi kurang jelas  
2 = laporan dibuat kurang benar dan kurang jelas  
1 = laporan dibuat dengan sistematika yang salah
2. Kelengkapan laporan  
4 = laporan dibuat secara lengkap sesuai petunjuk pembuatan laporan  
3 = laporan dibuat tanpa kesimpulan  
2 = laporan dibuat tanpa diskusi dan kesimpulan  
1 = laporan dibuat tidak lengkap (tanpa diskusi, kesimpulan, daftar pustaka)
3. Penggunaan bahasa  
4 = sangat baik dan sangat benar  
3 = baik dan benar

2 = cukup baik dan cukup benar  
1 = kurang baik dan kurang benar

4. Melakukan pengolahan data dan melaporkan hasil.
  - 4 = pengolahan data dan cara melaporkan hasil sangat baik
  - 3 = pengolahan data dan cara melaporkan hasil baik
  - 2 = pengolahan data dan cara melaporkan hasil cukup baik
  - 1 = pengolahan data dan cara melaporkan hasil kurang baik
  
5. Menginterpretasikan data untuk menunjukkan adanya hubungan antar variabel
  - 4 = ada interpretasi data yang sangat jelas menunjukkan hubungan antar variabel.
  - 3 = ada interpretasi data yang cukup jelas menunjukkan hubungan antar variabel.
  - 2 = ada interpretasi data, namun kurang jelas menunjukkan hubungan antar variabel.
  - 1 = ada interpretasi data namun tidak menunjukkan hubungan antar variabel.
  
6. Menyimpulkan hasil eksperimen.
  - 4 = kesimpulan sangat tepat dan dibuat berdasarkan tujuan dan data yang diperoleh
  - 3 = kesimpulan tepat dan dibuat berdasarkan tujuan dan data yang diperoleh
  - 2 = kesimpulan cukup tepat dan dibuat berdasarkan tujuan namun tidak sesuai dengan data yang diperoleh.
  - 1 = kesimpulan kurang tepat dan dibuat tidak berdasarkan tujuan dan data yang diperoleh.
  
7. Presentasi laporan percobaan
  - 4 = semua anggota kelompok aktif dan berusaha memberikan penjelasan dan menjawab pertanyaan dengan benar.
  - 3 = semua anggota kelompok aktif akan tetapi kurang berusaha menjawab pertanyaan dengan benar.
  - 2 = hanya beberapa anggota kelompok saja yang aktif namun ada usaha untuk menjawab pertanyaan dengan benar.
  - 1 = hanya beberapa anggota saja yang aktif (dominasi) namun kurang berusaha untuk menjawab pertanyaan dengan benar.

## **b. Pertemuan 2: Penilaian tugas**

### **Rubrik Penilaian Tugas Laporan Kajian Literatur**

Pencegahan Penyakit Pada Sistem Pencernaan Dengan Memperhatikan Aspek Keamanan Pangan

Laporan	Aspek	Kriteria				Skor
		4	3	2	1	
A. Isi : 60 %	1. Pendahuluan	Sistimatis. Latar belakang dan tujuan penulisan sesuai.	Tidak sistimatis. Latar belakang dan tujuan penulisan sesuai.	Sistimatis. Latar belakang dan tujuan penulisan tidak sesuai.	Tidak sistimatis. Latar belakang dan tujuan penulisan tidak sesuai.	
	2. Pembahasan Materi	Lengkap, sesuai dan menyeluruh	Lengkap, tidak sesuai, tidak menyeluruh	Tidak lengkap, tidak sesuai, menyeluruh	Tidak lengkap dan tidak sesuai, tidak menyeluruh	
	3. Simpulan	Menjawab tujuan, singkat dan padat	Menjawab tujuan tidak singkat dan padat	Tidak menjawab tujuan, singkat dan padat	Tidak menjawab tujuan, tidak singkat dan padat	
	4. Daftar Pustaka	Penyusunan alfabetis (, referensi 10 tahun terakhir, sitasi 100%	Penyusunan alfabetis (□ystem Harvard), referensi lebih dari 10 tahun terakhir, Sitasi 75%	Penyusunan tidak alfabetis (□ystem Harvard), referensi 10 tahun terakhir, sitasi < 70%	Penyusunan tidak alfabetis, referensi lebih dari 10 tahun terakhir, sitasi < 70%	
<b>Skor Perolehan</b>						
Nilai A (60%) = Skor Perolehan x 60%						
B. Umum 40 %	1. Sistematika Laporan	Sistematik dan lengkap	Lengkap, tidak sistematik	Sistematik, tidak lengkap	Tidak sistematik, tidak lengkap	
	2. Isi Laporan	Pembahasan mendetail, bahasa komunikatif,	Pembahasan mendetail, bahasa tidak komunikatif	Pembahasan tidak mendetail, bahasa komunikatif	Pembahasan tidak mendetail, bahasa tidak komunikatif	
	3. Ketepatan Waktu	Pengumpulan tugas sesuai dengan waktu yang ditentukan	Terlambat 1 hari dari waktu yang ditentukan	Terlambat 2- 3 hari dari waktu yang ditentukan	Terlambat >3 hari dari waktu yang ditentukan	
<b>Skore perolehan</b>						
Nilai B (40%) = Skor perolehan x 40%						
Nilai Akhir = ((Nilai A + Nilai B) / 14,4) x 100						

**Bandung , ....., 2018**

**Guru Bidang stdi**

.....  
**NIP:** .....

**c. Pertemuan 4:**

**1) Rubrik Penilaian Laporan Proyek**

Laporan	Aspek	Kriteria				Skor
		4	3	2	1	
A. Isi :	1. Pendahuluan	Sistimatis. Latar	Tidak	Sistimatis.	Tidak	

Laporan	Aspek	Kriteria				Skor
		4	3	2	1	
60 %		belakang dan tujuan penulisan sesuai.	sistimatis. Latar belakang dan tujuan penulisan sesuai.	Latar belakang dan tujuan penulisan tidak sesuai.	sistimatis. Latar belakang dan tujuan penulisan tidak sesuai.	
	2. Desain Inkubator	Bentuk fisik kuat, Inovasi tinggi, Nilai guna tinggi	Bentuk fisik kuat, Inovasi kurang, Nilai guna cukup	Bentuk fisik kuat, Inovasi kurang, Nilai guna kurang	Bentuk fisik kurang kuat, Inovasi kurang, Nilai guna kurang	
	3. Uji coba Inkubator	Langkah-langkah percobaan sangat jelas dan sangat tepat, alat bahan yang diperlukan sangat lengkap	Langkah-langkah percobaan jelas dan tepat, alat bahan yang diperlukan lengkap	Langkah-langkah percobaan jelas dan tepat, alat bahan yang diperlukan kurang lengkap	Langkah-langkah percobaan kurang jelas dan tepat, alat bahan yang diperlukan kurang lengkap	
	4. Hasil dan Pembahasan	Hasil uji coba inkubator sangat lengkap dan dibahas dengan sangat rinci	Hasil uji coba inkubator lengkap dan dibahas dengan cukup rinci	Hasil uji coba inkubator cukup lengkap namun pembahasan hasil kurang rinci	Hasil uji coba inkubator kurang lengkap dan dibahas dengan kurang rinci	
	4. Simpulan	Menjawab tujuan, singkat dan padat	Menjawab tujuan tidak singkat dan padat	Tidak menjawab tujuan, singkat dan padat	Tidak menjawab tujuan, tidak singkat dan padat	
	5. Daftar Pustaka	Penyusunan alfabetis (, referensi 10 tahun terakhir, sitasi 100%	Penyusunan alfabetis (□ystem Harvard), referensi lebih dari 10 tahun terakhir, Sitasi 75%	Penyusunan tidak alfabetis (□ystem Harvard), referensi 10 tahun terakhir, sitasi < 70%	Penyusunan tidak alfabetis, referensi lebih dari 10 tahun terakhir, sitasi < 70%	
<b>Skor Perolehan</b>						
Nilai A (60%) = Skor Perolehan x 60%						
B.Umum 40 %	1. Sistematika Laporan	Sistematik dan lengkap	Lengkap, tidak sistematis	Sistematik, tidak lengkap	Tidak sistematis, tidak lengkap	
	2. Isi Laporan	Pembahasan mendetail, bahasa komunikatif,	Pembahasan mendetail, bahasa tidak komunikatif	Pembahasan tidak mendetail, bahasa komunikatif	Pembahasan tidak mendetail, bahasa tidak komunikatif	
	3. Ketepatan Waktu	Pengumpulan tugas sesuai dengan waktu yang ditentukan	Terlambat 1 hari dari waktu yang ditentukan	Terlambat 2- 3 hari dari waktu yang ditentukan	Terlambat >3 hari dari waktu yang ditentukan	
<b>Skore perolehan</b>						
Nilai B (40%) = Skor perolehan x 40%						

Laporan	Aspek	Kriteria				Skor
		4	3	2	1	
Nilai Akhir = ((Nilai A + Nilai B) / 14,4) x 100						

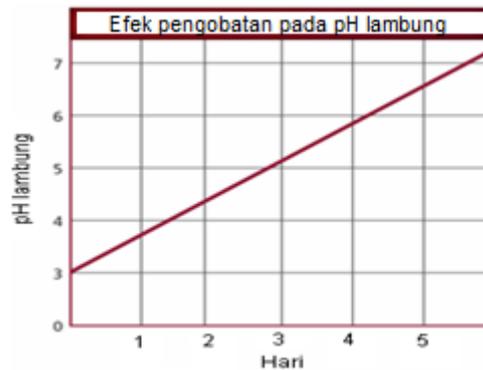
## 2) Soal Post test (tentang *content, scientific skills, dan processes*)

### A. Pilihan ganda

- Dalam proses emulsifikasi lemak, garam empedu membuat lemak lebih mudah diurai oleh terhadap reaksi lipase dengan cara ....
  - Mentransport globular lemak ke daerah aktifitas lipase
  - Meningkatkan area permukaan dari globular lemak
  - Berfungsi sebagai katalis dari lipase
  - Menurunkan pH dari usus halus
- Manakah dari organ berikut ini yang **tidak** cocok dengan fungsinya?
  - Mulut ----- mencernakan amilum dan glikogen
  - Lambung ----- untuk mencernakan protein
  - Usus besar ----- produksi empedu
  - Usus halus ----- penyerapan nutrisi
- Hati vertebrata berfungsi dalam semua proses pengaturan berikut ini **kecuali**:
  - Penyimpanan kalori dalam bentuk glikogen.
  - Osmoregulasi berbagai ekskresi garam.
  - Detoksifikasi bahan-bahan berbahaya.
  - Produksi limbah bernitrogen
- Jika narkoba merusakkan sel-sel pankreas manusia, maka diperkirakan kita akan menemukan ....
  - konsentrasi glukosa yang tinggi di dalam darah dan urine.
  - konsentrasi glukosa di dalam darah rendah dan tinggi di dalam urine.
  - konsentrasi glukosa di dalam darah tinggi, tetapi rendah di dalam urine.
  - konsentrasi glukosa di dalam urine dan darah sangat bervariasi.
- Berdasarkan hasil uji coba fermentor yang dibuat, menunjukkan tape yang dihasilkan memiliki variasi dalam rasa, tekstur, dan kandungan gulanya. Berdasarkan hasil tersebut, langkah selanjutnya yang dapat dilakukan sesuai metode ilmiah adalah:
  - Mengumpulkan dan menganalisis data
  - Menyimpulkan hasil penelitian berdasarkan hasil percobaan
  - Mengajukan hipotesis sebagai jawaban sementara
  - Melanjutkan observasi untuk mengumpulkan data
- Seorang ahli biologi melakukan eksperimen dengan menyimpan dua buah stoples berisi potongan ikan segar. Satu stoples dibiarkan terbuka dan stoples yang kedua ditutup rapat. Dalam metode ilmiah, kegiatan ini dimaksudkan untuk....
  - Melakukan observasi
  - Menerapkan hipotesis

- C. Menguji hipotesis
- D. Menganalisis data

7. Amati grafik berikut untuk menjawab pertanyaan.



Budi dalam masa pengobatan selama 5 hari. Manakah pernyataan berikut ini yang merupakan akibat dari obat ini?

- A. Pepsin tidak akan mampu memecah protein.
  - B. Amilase tidak akan mampu memecah pati.
  - C. Empedu tidak akan dapat dihasilkan.
  - D. Pylorus tidak dapat membuka
8. Epiglottis dimaksudkan untuk melindungi
- A. Esofagus dari masuknya udara
  - B. Ruang hidung dari masuknya makanan
  - C. Laring dari masuknya makanan
  - D. Gigi dari karies
9. Haemorrhoids adalah
- A. Kantong kecil dari usus besar
  - B. Pembesaran urat nadi
  - C. Pertumbuhan keluar saluran anus
  - D. Lipatan longitudinal dari rektum
10. Enzim pencernaan yang hanya berfungsi pada bayi
- A. Laktase
  - B. Lipase lambung
  - C. Lipase usus
  - D. Chymotrypsin

## B. Essai

1. Bagaimana prediksimu, jika kamu tidak memiliki enzim pencernaan makanan?

2. Apa permasalahan yang kamu temukan ketika merancang dan membuat Fermentor tersebut? Bagaimana solusi untuk memecahkan permasalahan tersebut?
3. Apa kriteria yang kamu gunakan untuk menilai keberhasilan kamu dalam merancang dan membuat fermentor?
4. Mengapa kamu memilih kriteria tersebut? Apakah kriteria yang kamu pilih itu signifikan dalam menunjukkan hasil yang optimal? Jelaskan alasanmu!

## **BAB**

### **PENUTUP**

Unit pembelajaran STEM biologi SMA yang berjudul Sistem Pencernaan Makanan disiapkan sebagai pedoman guru untuk membelajarkan siswa SMA kelas XI semester 1. Sebagai pengenalan agar mampu menggunakan unit pembelajaran ini, terlebih dahulu guru akan mengikuti kegiatan diklat Pengembangan dan Pemberdayaan MGMP: Pengembangan Pembelajaran IPA Berbasis STEM yang diselenggarakan P4TK IPA. Selanjutnya unit pembelajaran ini akan didiseminasikan pada kegiatan MGMP. Materi unit pembelajaran disusun sesuai dengan Kurikulum 2013 dengan pendekatan STEM. Dengan pendekatan STEM siswa mempelajari sains, teknologi, enjineri, dan matematika sebagai suatu kesatuan yang baru bukan potongan-potongan. Oleh karena itu guru yang akan didedikasikan untuk mengajar STEM harus dilengkapi dengan pengetahuan konten (*content knowledge*) yang mendalam tentang STEM dan keterampilan pedagogis yang tinggi untuk mengajar siswa agar dapat membantu siswa mencapai pemahaman mendalam tentang STEM untuk pemanfaatan selanjutnya dalam kehidupan dan karier mereka.

Untuk mencapai kompetensi tersebut, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan melaksanakan berbagai kegiatan yang tersedia pada unit pembelajaran ini. Disadari sepenuhnya oleh penulis bahwa isi unit pembelajaran ini masih perlu penyempurnaan, oleh karena itu masukan-masukan untuk perbaikan terhadap isi unit pembelajaran sangat kami harapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2004): Digestive system, The McGraw–Hill Companies, New York. [Tersedia online: <http://bio.bsu.by/t/temp/holik/24%20Digestive%20System.pdf>.
- Garg, M. *Fermentor (Bioreactor): History, Design and Its Construction*. [Tersedia online: <http://www.biologydiscussion.com/industrial-microbiology-2/fermentor-bioreactor-history-design-and-its-construction/55756>]
- Jagani, H., Hebbar, K., Gang, P. S., Raghu, V.R., Chandrashekhar, H. and Rao, J. V. (2010) An Overview of Fermenter and the Design Considerations to Enhance Its Productivity. *Pharmacologyonline* 1: 261-301.
- Lawani, M. Fermentor. Bahan Ajar Perkuliahan, Fakultas Pertanian Universitas Khairun Ternate. [Tersedia online: <https://www.scribd.com/document/355993130/Fermentor-pdf>]
- Riyadi, A., Subekti, A.P., Hadi, F.R., & Widhiyastuti, F. (2012). *Pembuatan Fermentor Skala Laboratorium untuk Fermentasi Bioetanol secara Kontinu dengan Biokatalis Yeast yang Ter-imobilisasi dalam Kalsium Alginat*. Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Satiawihardja, B. (1983) *Mengenal Fermentor*. Publikasi Ilmiah IPB, Bogor. [Tersedia online: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/25897>]
- Zimmerman, M. and Snow, B. (2012): *An Introduction to Nutrition*, <https://2012books.lardbucket.org/pdfs/an-introduction-to-nutrition.pdf>.

## Lampiran-Lampiran

### Lampiran 1: Lembar Kerja Siswa

LKPD 1

#### UJI MAKANAN

##### A. Tujuan

Tuliskan tujuan praktikum ini sesuai dengan kegiatan yang telah kamu lakukan!

.....  
.....

##### B. Pertanyaan penyelidikan:

Apa yang ingin kamu ketahui tentang uji makanan, tuliskan dalam bentuk pertanyaan di bawah ini!

1. ....
2. ....
3. ....

##### C. Alat dan Bahan

###### 1. Alat

- |  |        |
|--|--------|
| a. Lumpang kecil dan alu                 | 1 buah |
| b. Gelas kimia 1000 ml                   | 1 buah |
| c. Tabung reaksi                         | 6 buah |
| d. Rak tabung reaksi                     | 1 buah |
| e. Pengaduk kaca                         | 1 buah |
| f. Pembakar spiritus dan perlengkapannya | 1 buah |

###### 2. Bahan

Tuliskan bahan makanan yang akan kamu gunakan untuk praktikum ini!

- a. ....
- b. ....
- c. Dst.

##### Reagen uji makanan

- a. Larutan benedict atau larutan Fehling A dan Fehling B
- b. Larutan yodium atau Lugol
- c. Larutan biuret

**D. Cara Kerja**

Carilah artikel tentang uji zat makanan yang reagenya ada di meja kamu, kemudian tuliskan langkah-langkah kerja yang akan kalian lakukan.

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....

**E. Hasil Pengamatan**

No	Bahan makanan	Hasil Pengamatan		
		Lugol	Benedict	Biuret
1.				
2.				
3.				
....				

**F. Diskusi**

- 1. Apa yang dapat kamu jelaskan tentang perbedaan jenis reagen untuk menguji suatu zat makanan?
- 2. Bagaimana pengaruh kelarutan bahan makanan terhadap hasil uji makanan?
- 3. Adakah pola kesamaan antara kandungan zat makanan dalam bahan makanan yang berasal dari hewan dengan yang berasal dari tumbuhan? Jelaskan berdasarkan hasil pengamatanmu!
- 4. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari kegiatan di atas?

**PROSES PENCERNAAN MAKANAN**

**A. Tujuan**

Berdasarkan hasil analisis video pencernaan makanan, siswa mampu

- 1. Mengidentifikasi organ pencernaan makanan;
- 2. menjelaskan fungsi enzim dalam pencernaan makanan;
- 3. membandingkan proses pencernaan mekanik dan kimia.

**B. Pertanyaan penyelidikan:**

Apa yang ingin kamu ketahui tentang proses pencernaan makanan, tuliskan dalam bentuk pertanyaan di bawah ini!

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....

**C. Alat dan Bahan**

- 1. LCD
- 2. Video tentang pencernaan makanan
- 3. Laptop
- 4. Speaker

**D. Cara Kerja**

Tuliskan langkah-langkah kerja yang akan kalian lakukan agar dapat mencapai semua tujuan praktik ini!

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....

**E. Hasil Pengamatan**

- 1. Identifikasi Organ Pencernaan Makanan
  - .....
  - .....

2. Fungsi enzim dalam pencernaan makanan

.....  
.....

3. Perbandingan proses pencernaan mekanik dan kimia

.....  
.....

**F. Diskusi**

1. Bagaimana cara kamu untuk mengidentifikasi organ-organ pencernaan dari tayangan video?
2. Bagaimana pengaruh enzim terhadap proses pencernaan makanan?
3. Bagaimana prediksimu, jika kamu tidak memiliki enzim pencernaan makanan?
4. Jika kita tidak mengoptimalkan pencernaan mekanik apa yang akan terjadi dengan proses pencernaan kita?
5. Bagaimana cara mengoptimalkan proses pencernaan makanan?
6. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari kegiatan di atas?

**TUGAS PROYEK PEMBUATAN INKUBATOR**

**A. Tujuan**

Merancang dan membuat inkubator yang dapat mengoptimalkan proses dan hasil pemeraman tape.

**B. Pertanyaan penyelidikan:**

Apa yang ingin kamu ketahui tentang proses perancangan dan pembuatan inkubator tape? Tuliskan dalam bentuk pertanyaan di bawah ini!

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....

**C. Cara Kerja**

- 1. Buatlah rancangan fermentor atau inkubator yang dapat mengoptimalkan proses dan hasil pemeraman tape!
- 2. Tentukan alat dan bahan yang diperlukan untuk pembuatan fermentor atau inkubator tersebut!
- 3. Buatlah produk inkubator hasil rancanganmu dan ujilah keoptimalannya melalui serangkaian percobaan;

**D. Hasil kegiatan**

- 1. Rancangan Fermentor  
.....  
.....
- 2. Alat dan Bahan yang Diperlukan untuk Pembuatan Fermentor  
.....  
.....
- 3. Gambar Fermentor  
.....  
.....

**E. Diskusi**

1. Bagaimana cara kamu merancang fermentor yang dapat mengoptimalkan proses dan hasil pemeraman tape ?
2. Bagaimana inovasi yang kamu lakukan untuk merancang fermentor tersebut?
3. Bagaimana kalkulasi ukuran dan volume fermentor yang kamu buat agar berdaya guna dan optimal?
4. Bagaimana prediksimu, tentang keoptimalan Fermentor yang kamu buat?
5. Apa permasalahan yang kamu temukan ketika merancang dan membuat Fermentor tersebut? Bagaimana solusi untuk memecahkan permasalahan tersebut?
6. Apa kriteria yang kamu gunakan untuk menilai keberhasilan kamu dalam merancang dan membuat fermentor?
7. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari kegiatan di atas?

## UJI COBA FERMENTOR

### A. Tujuan

Tuliskan tujuan praktikum ini sesuai dengan kegiatan yang telah kamu lakukan!

.....  
 .....

### B. Pertanyaan penyelidikan:

Apa yang ingin kamu ketahui tentang uji coba fermentor, tuliskan dalam bentuk pertanyaan di bawah ini!

1. ....
2. ....
3. ....

### C. Alat dan Bahan

#### 1. Alat

- |  |        |
|--|--------|
| a. Lumpang kecil dan alu                 | 1 buah |
| b. Gelas kimia 1000 ml                   | 1 buah |
| c. Tabung reaksi                         | 6 buah |
| d. Rak tabung reaksi                     | 1 buah |
| e. Pengaduk kaca                         | 1 buah |
| f. Pembakar spiritus dan perlengkapannya | 1 buah |

#### 2. Bahan

Tuliskan bahan makanan yang akan kamu gunakan untuk praktikum ini!

- a. ....
- b. ....
- c. Dst.

#### Reagen uji makanan

Larutan benedict atau larutan Fehling A dan Fehling B

### D. Cara Kerja

Lakukan pengamatan rasa dan penampilan tape hasil buatanmu, kemudian uji kandungan gulanya! Tuliskan langkah-langkah kerja yang akan kalian lakukan.

1. ....
2. ....
3. ....

#### E. Hasil Pengamatan

No	Kelompok	Hasil Pengamatan		
		Rasa	Penampilan	Kandungan gula
1.				
2.				
3.				
....				

#### F. Diskusi

1. Bagaimana analisis kamu tentang persamaan dan perbedaan tape yang dibuat setiap kelompok? Mengapa hal itu terjadi?
2. Bagaimana pengaruh fermentor yang kamu buat terhadap tape yang dihasilkan?
3. Adakah pola kesamaan antara rasa, penampilan, dan kandungan gula dalam tape yang dihasilkan dari fermentor yang berbeda? Jelaskan berdasarkan hasil pengamatanmu!
4. Kesimpulan apa yang dapat kamu ambil dari kegiatan di atas?

## Lampiran 2: Petunjuk Guru

### Pengenalan Umum Tempat Proses Fermentasi (Fermentor)

Fermentor atau lebih dikenal secara umum sebagai bioreaktor adalah suatu alat yang digunakan untuk menjalankan suatu proses fermentasi. Fermentor juga didefinisikan sebagai suatu alat khusus (umumnya sistem tertutup) yang digunakan untuk melangsungkan proses biokimia dari suatu bahan baku menjadi produk yang diinginkan, dimana prosesnya dikatalisis oleh enzim-enzim mikrobial atau isolat enzim murni (Satiawihardja, 1983; Jagani et al., 2010; Lawani, 2017). Fermentor merupakan alat yang dirancang untuk memberikan kondisi lingkungan paling optimum untuk pertumbuhan mikroorganisme yang melakukan proses fermentasi dengan manipulasi dan kontrol variabel-variabel fermentasi sebagai upaya peningkatan efektivitas dan efisiensi produksi produk-produk fermentasi. Fermentor dilengkapi dengan peralatan mekanik dan elektrik dan perlu dilengkapi dengan sistem kontrol yang berguna untuk mengontrol faktor-faktor atau variabel yang berpengaruh terhadap tujuan akhir fermentasi dalam hubungannya dengan pertumbuhan mikroorganisme.

Suatu fermentor diharapkan dapat mengontrol variabel-variabel penting fermentasi seperti pH, suhu, oksigen terlarut, kekeruhan media, buih yang terbentuk dan variabel pendukung lainnya (Satiawiharja, 1983). Fermentor atau bioreaktor yang ditemukan di pasaran umumnya terbuat dari bahan-bahan poliakrilik, kayu, kaca atau *stainless steel*. Bahan seperti poliakrilik, kayu dan kaca dapat digunakan secara langsung karena bahan-bahan tersebut tidak bereaksi dengan suatu media. Akan tetapi, bahan fermentor dengan poliakrilik dan kayu cenderung lebih banyak digunakan karena kemudahan pembuatan dan sifat bahan yang lebih kuat dibandingkan kaca (Riyadi et al., 2012).

Fermentor pertama kali diciptakan saat perang dunia pertama oleh Chain Weizmann (1914-1918) untuk melakukan produksi aseton, pembuatan aseton membutuhkan kondisi aseptik sehingga perlu adanya kontrol pipa dan konstruksi fermentor untuk menciptakan kondisi steril. Namun, fermento skala besar pertama yang digunakan untuk produksi industri dilakukan oleh De Bezce and Liebmann (1944) yang menggunakan fermentor skala besar pertama (kapasitas 20 Liter) untuk produksi ragi. Fermentor inovasi De Becze and Leibmann terdiri dari wadah silindris besar yang memiliki sistem aerasi melalui dasar silindris dengan sistem pipa tertutup.

Secara umum, fermentor atau bioreaktor diharapkan dapat memiliki beberapa fungsi seperti:

- a. Agitasi (untuk pencampuran media dan mikroorganisme)
- b. Aerasi (khusus untuk fermentasi aerob, untuk penyediaan oksigen)
- c. Kontrol faktor seperti suhu, pH, tekanan, kelembaban dan lainnya.
- d. Regulasi sterilisasi, dan
- e. Siklus perputaran media/ mikroorganisme (untuk *continuous fermentors*).