

# MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

# BIOLOGI SMA

TERINTEGRASI  
PENGUATAN PENDIDIKAN  
KARAKTER

Kelompok  
Kompetensi | I



## PEDAGOGIK

Pengembangan  
Perencanaan Pembelajaran

■ Dr. Yeni Hendriani, M.Si.

## PROFESIONAL

Bioteknologi

■ Savina Melia, M.Si. | Any Suhaeny, M.Si.



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
2017



# MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN BIOLOGI SMA

TERINTEGRASI  
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI I

## PENGEMBANGAN PERENCANAAN PEMBELAJARAN

■ Dr. Yeni Hendriani, M.Si.



Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN



**MODUL  
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN  
BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN BIOLOGI  
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

**KELOMPOK KOMPETENSI I**

**PENGEMBANGAN PERENCANAAN  
PEMBELAJARAN**

**Penulis:  
Dr. Yeni Hendriani**



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
TAHUN 2017

# **MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN BIOLOGI  
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

**KELOMPOK KOMPETENSI I**

## **PENGEMBANGAN PERENCANAAN PEMBELAJARAN**

Penanggung Jawab

***Dr. Sediono Abdullah***

Penulis

***Dr. Yeni Hendriani***

**022-4231191 ynsedc@yahoo.co.id**

Penyunting

***Dr. Dedi Herawadi, M.Si.***

Penelaah

***Dr. Riandi, M.Si.***

***Dr. Mia Nurkanti, M.Kes.***

Penata Letak

***M. Asep Ferry Ginanjar***

Copyright ©2017

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan*

*Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)*

*Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan*

*Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

*Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

## KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta profil yang menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG pada tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2017 ini dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui tiga moda, yaitu: 1) Moda Tatap Muka, 2) Moda Daring Murni (*online*), dan 3) Moda Daring Kombinasi (kombinasi antara tatap muka dengan daring).



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal.

Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru moda tatap muka dan moda daring untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru. Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, Maret 2017  
Direktur Jenderal  
Guru dan Tenaga Kependidikan

**Sumarna Surapranata, Ph.D**  
NIP. 195908011985032001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) mata pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar mandiri, fleksibel dan pro-aktif, sesuai kondisi dan kebutuhan penguatan kompetensi yang ditetapkan dalam Standar Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang merupakan salah satu program PPPPTK IPA ini disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dibuat untuk masing-masing mata pelajaran yang dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Penyempurnaan modul ini telah dilakukan secara terpadu dengan mengintegrasikan penguatan pendidikan karakter dan kebutuhan penilaian



peserta didik di sekolah dan ujian yang berstandar nasional. Hasil dari integrasi tersebut telah dijabarkan dalam bagian-bagian modul yang terpadu, sesuai materi yang relevan.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.

Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email [p4tkipa@yahoo.com](mailto:p4tkipa@yahoo.com).

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara dan Staf PPPPTK IPA, Dosen dan Guru yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2017

Kepala PPPPTK IPA,

**Dr. Sediono, M.Si.**

NIP. 195909021983031002



## DAFTAR ISI

	Hal
<b>KATA SAMBUTAN</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR TABEL</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>PENDAHULUAN</b>	
	<b>1</b>
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Cara Penggunaan Modul	3
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN</b>	
	<b>8</b>
<b>PENGEMBANGAN PERENCANAAN PEMBELAJARAN</b>	<b>8</b>
A. Tujuan	9
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	9
C. Uraian Materi	10
D. Aktivitas Pembelajaran	24
E. Latihan/Kasus/Tugas	31
F. Rangkuman	32
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	33
<b>KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS</b>	<b>34</b>
<b>EVALUASI</b>	<b>37</b>
<b>PENUTUP</b>	<b>41</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>42</b>
<b>GLOSARIUM</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	<b>45</b>



## DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1.	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 2.	Daftar Lembar Kerja Modul	7



## DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1.	Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka	4
Gambar 2.	Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh	4
Gambar 3.	Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in)	6





# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Dalam rangka mendukung pengembangan pengetahuan dan keterampilannya, dikembangkan modul untuk pembinaan karier guru yang berisi topik-topik penting. Dengan adanya modul ini, memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan ajar dalam kegiatan diklat tatap muka langsung atau tatap muka kombinasi (*in-on-in*).

Modul pengembangan karier guru yang berjudul “Pengembangan Perencanaan Pembelajaran” merupakan modul untuk kompetensi paedagogik guru pada Kelompok Kompetensi I (KK I). Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi paedagogik guru pada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007. Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/kasus/tugas, rangkuman, umpan balik, dan tindak lanjut. Pada setiap komponen modul yang dikembangkan ini telah diintegrasikan beberapa nilai karakter bangsa, baik secara eksplisit maupun implisit yang dapat diimplementasikan selama aktivitas pembelajaran dan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendukung pencapaian revolusi mental bangsa. Integrasi ini juga merupakan salah satu cara **perwujudan kompetensi sosial dan kepribadian guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007)** dalam bentuk modul. Selain itu, disediakan latihan soal dalam bentuk pilihan ganda yang berfungsi juga sebagai model untuk guru dalam mengembangkan soal-soal UN/USBN sesuai topik di daerahnya masing-masing.



Pada bagian pendahuluan modul diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru setelah mengikuti diklat, Peta Kompetensi yang harus dikuasai guru pada KK I, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan Evaluasi untuk mengetahui pemahaman profesional guru terhadap materi.

## B. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini diharapkan dapat memahami berbagai perangkat pembelajaran sesuai prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik dan mampu mengembangkan perangkat pembelajaran biologi.

## C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah Anda belajar modul ini adalah dapat “Menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik”. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mata Pelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
Menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Menjelaskan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik.</li><li>2. Mengidentifikasi prinsip pengembangan perancangan pembelajaran</li><li>3. Memilih padanan antara kompetensi dasar pengetahuan dan keterampilan</li><li>4. Menentukan kompetensi dasar sikap yang sesuai dengan penerapan kompetensi dasar aspek pengetahuan</li><li>5. Mengidentifikasi indikator pencapaian kompetensi aspek pengetahuan, keterampilan atau sikap</li><li>6. Menyusun rencana pembelajaran yang mendidik.</li></ol>



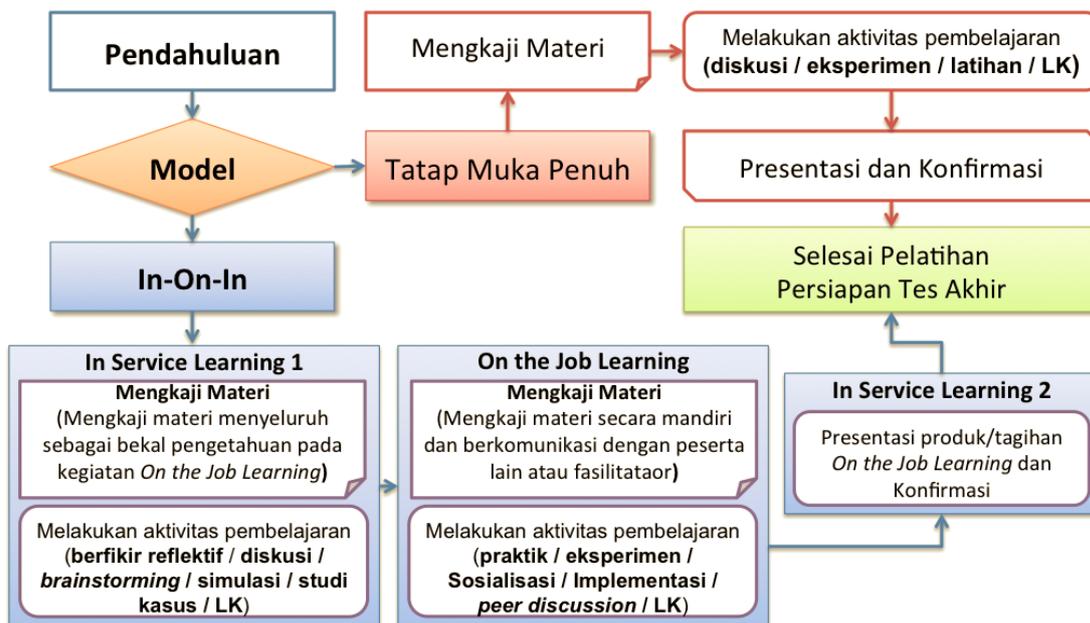
## D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi, dan Penutup. Bagian Pendahuluan berisi paparan tentang Latar Belakang modul KK I, Tujuan, Peta Kompetensi yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik, dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri atas Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi, dan Penutup. Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut.

1. Prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik.
2. Prinsip pengembangan perencanaan pembelajaran

## E. Cara Penggunaan Modul

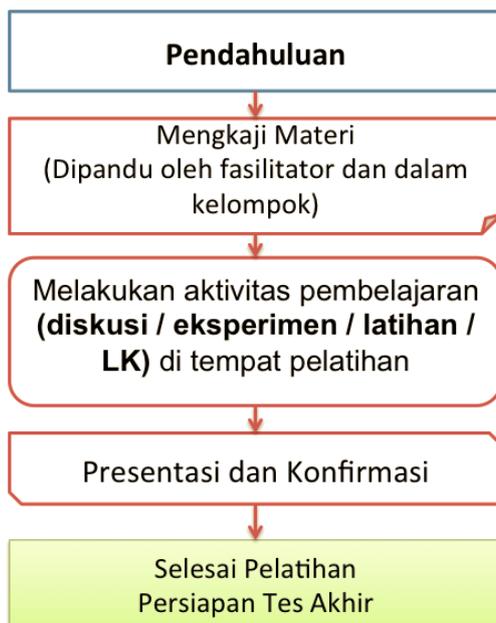
Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap **Aktivitas Pembelajaran** disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran oleh guru, baik untuk moda tatap muka penuh, maupun moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Berikut ini gambar yang menunjukkan langkah-langkah kegiatan belajar secara umum.



Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat terdapat dua alur kegiatan pelaksanaan kegiatan, yaitu diklat tatap muka penuh dan kombinasi (*In-On-In*). Deskripsi kedua jenis diklat tatap muka ini terdapat pada penjelasan berikut.

### 1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh



Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh



Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur pada suatu waktu yang di pandu oleh fasilitator. Tatap muka penuh dilaksanakan menggunakan alur pembelajaran yang dapat dilihat pada alur berikut ini.

a. **Pendahuluan**

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari :

- 1) latar belakang yang memuat gambaran materi
- 2) tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi
- 3) kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul.
- 4) ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- 5) cara penggunaan modul

b. **Mengkaji materi diklat**

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

c. **Melakukan aktivitas pembelajaran**

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian **1. Diskusi Materi, 2. Praktik, 3. Penyusunan Soal UN/USBN** dan aktivitas mengisi soal **Latihan**. Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan, dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

d. **Presentasi dan Konfirmasi**

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dibahas secara bersama-sama.

e. **Persiapan Tes Akhir**

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji merefleksikan penguasaan materi setelah mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran.



## 2. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Kombinasi

Kegiatan diklat tatap muka (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur berikut ini.



Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (*in-on-in*)

Pada Kegiatan *in-1* peserta mempelajari uraian materi dan mengerjakan Aktivitas Pembelajaran bagian 1. **Diskusi Materi** di tempat diklat. Pada saat *on the job learning* peserta melakukan Aktivitas Pembelajaran bagian 2. **Praktik**, bagian 3. **Menyusun Soal UN/USBN**, dan mengisi **Latihan** secara mandiri di tempat kerja masing-masing. Pada Kegiatan *in-2*, peserta melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.



Modul ini dilengkapi dengan beberapa kegiatan pada Aktivitas Pembelajaran (BAB II, Bagian E) sebagai cara guru untuk mempelajari materi yang dipandu menggunakan Lembar Kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, beberapa LK dikerjakan pada *in-1* dan beberapa LK dikerjakan pada saat *on the job learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi tagihan pada kegiatan *in-2*. Berikut ini daftar pengelompokan Lembar Kegiatan (LK) pada setiap tahap kegiatan tatap muka kombinasi.

**Tabel 2.** Daftar Lembar Kerja Modul

No	Kode Lembar Kerja	Nama Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	LK A1 01	Konsep Pengembangan Perencanaan Pembelajaran	IN1
2.	LK A1 02	Penyusunan dan Penelaahan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	IN 1/ON
3.	LK A1 03	Pengembangan Soal	IN 1/ON

## KEGIATAN PEMBELAJARAN

### PENGEMBANGAN PERENCANAAN PEMBELAJARAN

Berdasarkan Permendikbud Nomor 22 tahun 2016 tentang Standar Proses, Pendidikan dasar dan menengah dinyatakan bahwa proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Untuk itu setiap satuan pendidikan melakukan perencanaan pembelajaran, pelaksanaan proses pembelajaran serta penilaian proses pembelajaran untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas ketercapaian kompetensi lulusan.

Untuk mempersiapkan pembelajaran tersebut diperlukan kompetensi guru yang mendukung agar dapat menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik. Perencanaan pembelajaran dirancang dalam bentuk Silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang mengacu pada Standar Isi. Perencanaan pembelajaran meliputi penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran dan penyiapan media dan sumber belajar, perangkat penilaian pembelajaran, dan skenario pembelajaran. Perancangan Pembelajaran ini tentunya harus mengacu pada prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. Setiap guru di setiap satuan pendidikan berkewajiban menyusun perangkat pembelajaran untuk kelas di mana guru tersebut mengajar. Untuk mengenal perancangan pembelajaran yang mendidik dan perancangan perangkat pembelajaran Anda dapat mempelajarinya pada salinan lampiran Permendikbud Nomor 22 tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan dasar dan menengah, Pedoman Pelaksanaan Pembelajaran nomor 103 Tahun 2014, atau peraturan lainnya yang masih relevan.



Perangkat pembelajaran disusun oleh guru mengacu pada prinsip-prinsip pengembangannya dan berisi komponen-komponen yang secara minimal telah ditetapkan dalam peraturan menteri pendidikan yang diacu. Pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007 kompetensi guru yang berkaitan dengan penyusunan perangkat pembelajaran adalah kompetensi inti pedagogik “4. Menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik” dengan kompetensi guru diantaranya adalah: (4.1). Memahami prinsip-prinsip perancangan pembelajaran yang mendidik”, (4.2). Mengembangkan komponen-komponen rancangan pembelajaran”, serta (4.3) Menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan”. Untuk memenuhi kompetensi tersebut, Anda dapat mempelajari modul ini mulai dari prinsip perancangan pembelajaran yang mendidik, pengembangan perancangan pembelajaran mata pelajaran Biologi, sampai penyusunan rancangan pembelajaran. Anda juga akan berlatih mengkaji kompetensi dasar pengetahuan, keterampilan dan sikap, serta silabus biologi yang akan dikembangkan menjadi perangkat pembelajaran.

### **A. Tujuan**

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat memahami berbagai perangkat pembelajaran sesuai prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik dan mampu mengembangkan perangkat pembelajaran biologi

### **B. Indikator**

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. Menjelaskan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik
2. Mengidentifikasi prinsip pengembangan perancangan pembelajaran
3. Memilih padanan antara kompetensi dasar pengetahuan dan keterampilan
4. Menentukan kompetensi dasar sikap yang sesuai dengan penerapan kompetensi dasar aspek pengetahuan
5. Mengidentifikasi indikator pencapaian kompetensi aspek pengetahuan, keterampilan atau sikap
6. Menyusun rencana pembelajaran yang mendidik.



### C. Uraian Materi

Pada Permendiknas nomor 16, menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik merupakan kompetensi inti pedagogik guru. Kompetensi ini diuraikan lagi menjadi kompetensi guru mata pelajaran yang meliputi:

1. Memahami prinsip-prinsip perancangan pembelajaran yang mendidik.
2. Mengembangkan komponen-komponen rancangan pembelajaran.
3. Menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan.
4. Melaksanakan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium, dan di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan.
5. Menggunakan media pembelajaran dan sumber belajar yang relevan dengan karakteristik peserta didik dan mata pelajaran yang diampu untuk mencapai tujuan pembelajaran secara utuh.
6. Mengambil keputusan transaksional dalam pembelajaran yang diampu sesuai dengan situasi yang berkembang.

Sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi pada modul ini maka uraian materi pada modul ini meliputi prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik dan prinsip pengembangan perancangan pembelajaran mulai dari bagaimana memadankan antara kompetensi dasar pengetahuan dan keterampilan, menentukan kompetensi dasar sikap yang sesuai dengan penerapan kompetensi dasar aspek pengetahuan, bagaimana cara mengidentifikasi indikator pencapaian kompetensi aspek pengetahuan, keterampilan atau sikap, dan penyusunan RPP.

#### 1. Prinsip-Prinsip Pembelajaran Yang Mendidik

Proses pembelajaran pada Kurikulum 2013 untuk semua jenjang dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan saintifik dan mencakup tiga ranah, yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Dalam proses pembelajaran berbasis pendekatan saintifik, ranah sikap bertujuan agar peserta didik tahu tentang “mengapa”. Ranah keterampilan bertujuan agar peserta didik tahu tentang “bagaimana”. Ranah pengetahuan bertujuan agar peserta didik tahu tentang “apa”. Hasil akhirnya adalah penguasaan kompetensi sikap, keterampilan, dan



pengetahuan yang seimbang sehingga menjadi manusia yang baik (*soft skills*) dan manusia yang memiliki kecakapan dan pengetahuan untuk hidup secara layak (*hard skills*). Berikut ini diuraikan beberapa hal yang terkait dengan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik:

**a. Prinsip-prinsip pembelajaran yang memotivasi peserta didik berpartisipasi aktif**

Berdasarkan Permendikbud tentang Standar Proses, disebutkan bahwa proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Permendikbud tentang pembelajaran menyebutkan bahwa kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip sebagai berikut:

- 1) peserta didik difasilitasi untuk mencari tahu;
- 2) peserta didik belajar dari berbagai sumber belajar;
- 3) proses pembelajaran menggunakan pendekatan ilmiah;
- 4) pembelajaran berbasis kompetensi;
- 5) pembelajaran terpadu;
- 6) pembelajaran yang menekankan pada jawaban divergen yang memiliki kebenaran multi dimensi;
- 7) pembelajaran berbasis keterampilan aplikatif;
- 8) peningkatan keseimbangan, kesinambungan, dan keterkaitan antara *hard-skills* dan *soft-skills*;
- 9) pembelajaran yang mengutamakan pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik sebagai pembelajar sepanjang hayat;
- 10) pembelajaran yang menerapkan nilai-nilai dengan memberi keteladanan (*ing ngarso sung tulodo*), membangun kemauan (*ing madyo mangun karso*), dan mengembangkan kreativitas peserta didik dalam proses pembelajaran (*tut wuri handayani*);
- 11) pembelajaran yang berlangsung di rumah, di sekolah, dan di masyarakat;
- 12) pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran;



- 13) pengakuan atas perbedaan individual dan latar belakang budaya peserta didik; dan
- 14) suasana belajar menyenangkan dan menantang.

Materi pembelajaran biologi seperti sel, sistem organ, keanekaragaman hayati, ekosistem dan sebagainya berkaitan erat dengan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa sebagai Pencipta alam ini. Dengan demikian pembelajaran biologi dapat dipandang sebagai wahana untuk meningkatkan ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa dan sebagai latihan berpikir untuk memahami alam dengan melakukan penyelidikan membangun sikap dan nilai serta membangun pengetahuan dan keterampilan.

#### **b. Prinsip Pembelajaran yang Terkait dengan Tujuan Mata Pelajaran Biologi**

Mata pelajaran biologi di SMA/MA bertujuan sebagai berikut:

- 1) Menumbuhkan kesadaran terhadap kompleksitas, keteraturan, keindahan keanekaragaman hayati dan bioproses, dan penerapan biologi, serta kepekaan dan kepedulian terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan dan penghayatan ajaran agama yang dianut peserta didik. untuk mengungkap kebesaran Tuhan Yang Maha Esa.
- 2) Membentuk skema pengetahuan biologi peserta didik berupa pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural, dan metakognitif dalam ranah konkret dan abstrak.
- 3) Meningkatkan kesadaran tentang aplikasi sains dan teknologi yang bermanfaat bagi individu, masyarakat, dan lingkungan serta menyadari pentingnya mengelola dan melestarikan lingkungan demi kesejahteraan masyarakat.
- 4) Memberikan pengalaman kepada peserta didik pada metode ilmiah dan aspek keselamatan kerja dengan mempraktekkan metode ilmiah melalui tahapan pengamatan dan percobaan atau eksperimen, dimana peserta didik melakukan pengujian hipotesis dengan merancang melakukan, mengolah data, dan mengomunikasikan hasil eksperimen secara lisan dan tulisan untuk menumbuhkan pola pikir ilmiah sebagai bekal dalam kehidupan di abad 21.



- 5) Menumbuhkan *hard skill* dan *soft skill* dalam bidang biologi secara seimbang untuk membekali peserta didik menjadi pribadi yang memiliki kemampuan kolaboratif, komunikatif, kreatif dan inovatif serta melek media (*media literacy*) melalui pembelajaran berbasis inkuiri, berbasis permasalahan, dan berbasis proyek (*Inquiry based, problem based, dan project based learning*).
- 6) Membentuk sikap yang positif terhadap ilmu biologi, yaitu merasa tertarik untuk mempelajari biologi sebagai kebutuhan, lebih lanjut sebagai alat pemecahan masalah dalam kehidupan baik secara individu dan masyarakat

**c. Prinsip Pembelajaran yang Terkait dengan Ruang lingkup materi biologi.**

Biologi sebagai bagian dari struktur keilmuan IPA tidak terlepas dari hukum-hukum dan karakteristik IPA. Biologi juga terdiri dari produk dan proses, serta menumbuhkan sikap dan nilai pada diri peserta didik. Namun demikian, sebagai bidang kajian tersendiri, Biologi memiliki karakteristik khusus yang berbeda dari kajian IPA lainnya seperti fisika dan kimia.

Biologi mempelajari tentang gejala-gejala alam pada makhluk hidup dan perikehidupan, serta kaitan biologi dengan lingkungan alam dan sosial. Maka Biologi mempelajari tentang Bioproses yang berlangsung pada objek biologi berupa kingdom makhluk hidup dan bioproses pada tingkat organisasi kehidupan dari mulai seluler hingga biosfer. Biologi memiliki tema-tema kajian yang dapat dikaji dari bioproses yang terjadi pada objek biologi dan struktur organisasi kehidupan.

Biologi sebagai keilmuan memiliki ruang lingkup berupa: objek biologi, berupa kingdom atau kerajaan makhluk hidup, Tingkat organisasi kehidupan, mulai dari molekul sampai dengan biosfer.

**d. Prinsip Pembelajaran yang Terkait dengan Budaya Belajar Biologi**

Budaya yang harus dibangun dalam pembelajaran biologi pada dasarnya adalah keterlibatan aktif siswa dalam kerja ilmiah/inkuiri. Ketika siswa melakukan kerja ilmiah, ia tidak melupakan konteks budaya atau lingkungan, dan sebaliknya dalam keseharian ia pun selalu dapat melihat bekerjanya prinsip-prinsip sains baik dalam tubuh maupun lingkungannya. Pengalaman sehari-hari menjadi sumber pengetahuan dan pengalaman untuk mendukung pemahaman konsep dan bahkan perubahan dari konsep yang salah (miskonsepsi) menjadi konsep



yang lebih sesuai dengan status terkini sains biologi. Apabila ini dapat dicapai, maka hilanglah dikotomi “biologi dan keseharian”. Sehingga pemahaman biologi tumbuh dari pengalaman yang dapat langsung dirasakan dan bukan mata pelajaran hafalan

Pembelajaran sains, termasuk pembelajaran biologi, harus selalu terkait dengan konteks yang terjadi di masyarakat baik yang terjadi pada dirinya, orang lain dan lingkungannya. Dengan demikian belajar sains terutama biologi harus pula mendukung proses pembudayaan siswa sebagai individu dan warga masyarakat. Siswa belajar konsep-konsep sains, mempelajari penyebab, dan konsekuensi dari gejala yang mereka pelajari. Pada saat yang sama siswa juga dibesarkan dalam lingkungan yang kegiatannya bervariasi sesuai dengan daerah di mana ia tinggal. Sebagai contoh, dalam pelajaran biologi siswa belajar tentang tubuh manusia dengan segala proses yang terjadi, misalnya proses makan dan pencernaannya, bernafas, ekosistem yang seharusnya dia hayati, dia rasakan ketika dia makan, bernafas, dan hidup di lingkungannya, mengapa ada perubahan suhu, penyakit, dll. Sehingga dia bisa bertindak, memilih, mengantisipasi, dan melakukan tindakan-tindakan preventif maupun kuratif baik bagi diri maupun lingkungannya. Contoh lain mereka hidup di wilayah Indonesia yang beriklim tropis menyebabkan sebagian besar warga masyarakatnya bertani dengan berbagai aktivitas yang sarat dengan permasalahan sains dan teknologi. Hal ini sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa pembelajaran dan jenis pengetahuan yang dianggap penting adalah yang terkait erat dengan nilai-nilai masyarakat dan yang berguna dalam konteks masyarakat (Bruner, 1996; Harding, 1998; Barton, 1998).

Agar guru dapat menerapkan budaya belajar biologi ini, guru perlu mengetahui dan memahami pemahaman dan penjelasan yang sering digunakan oleh masyarakat setempat terhadap gejala alam tertentu, nilai-nilai yang terkait dengan biologi dalam masyarakat setempat, serta hubungan historis yang ada antara masyarakat dan lembaga pendidikan setempat. Berbekal ini semua, pembelajaran kemudian dapat didesain agar mencerminkan budaya setempat ini, serta dapat pula dikaitkan dengan minat atau hoby dari setiap siswa. Sebagai contoh setelah pembelajaran konsep “makan dan pencernaan makanan”, siswa dapat memilih dan menghitung jenis dan jumlah makanannya sesuai dengan kebutuhan baik fungsi maupun jumlahnya. Atau siswa dapat ditugaskan untuk



mengamati kondisi lingkungannya dikaitkan dengan konsep ekosistem perairan (selokan, sungai, air sumur) yang diduga bermasalah di sekitar lingkungan rumah mereka. Siswa ditugasi mengidentifikasi kondisi air (pH, kekeruhan, pendangkalan, keanekaragaman hayati, dll), serta menganalisis faktor penyebabnya. Tugas proyek ini dapat bersinergi dengan tugas mata pelajaran lain, seperti biologi (mengamati biota perairan) dan ilmu sosial (perilaku sosial masyarakat terkait penyebab permasalahan perairan, bahasa dalam penyusunan laporan, seni/budaya dalam pembuatan desain model atau poster, dll).

Selain itu terkait dengan pelibatan aktif siswa dalam kerja ilmiah, guru dapat mendesain pembelajaran agar sesuai dengan tingkat perkembangan atau kematangan siswa. Pada tahap awal dapat diberikan inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) bertahap hingga siswa melakukan inkuiri mandiri (mulai dari merumuskan masalah, membuat hipotesis, mengumpulkan data, dan seterusnya hingga melaporkan). Desain tugas yang tepat, panduan, dan bantuan guru adalah kunci agar tugas tersebut tetap menantang namun tidak membuat siswa frustrasi karena merasa terbebani.

Beberapa prinsip dasar pembelajaran biologi berikut yang penting diperhatikan dan diimplementasikan adalah sebagai berikut:

- 1) Pembelajaran sains harus meningkatkan rasa ingin tahu peserta didik, membangkitkan minat untuk terus bertanya, mencari makna dan pemahaman tentang dunia di sekitarnya. Sains harus diperkenalkan ke siswa sebagai suatu kegiatan yang dilakukan oleh orang-orang termasuk mereka sendiri. Pengalaman pribadi mereka untuk mencari tahu dan membuat hubungan antara pengalaman baru dan sebelumnya tidak hanya membawa kegembiraan dan kepuasan pribadi, tetapi juga kesadaran bahwa mereka dapat ikut berkontribusi dalam menambah pengetahuan mereka melalui kegiatan ilmiah aktif. Proses dan produk kegiatan ilmiah dapat membangkitkan respons emosional positif yang memotivasi pembelajaran lebih lanjut.
- 2) Ide-ide ilmiah seringkali kompleks dan kemajuan pemahaman konsep tersebut tergantung pada pengalaman, perkembangan penalaran dan akses ke berbagai cara untuk menjelaskan fenomena, sifat, dan hubungan. Oleh karena itu kemajuan pemahaman konsep akan bervariasi dari siswa ke siswa sesuai dengan peluang mereka, baik di dalam dan di luar kelas.



Deskripsi yang persis tentang kemajuan pemahaman, yang berlaku untuk semua siswa, dengan demikian tidak realistis. Namun ada kecenderungan umum pada berbagai titik ketika siswa bergerak dari pra-sekolah, melalui pendidikan dasar dan menengah. Kecenderungan ini termasuk: (i) meningkatkannya kemampuan untuk menganggap bahwa sifat-sifat dapat dijelaskan oleh fitur yang tidak langsung diamati (dari kongkrit ke abstrak), (ii) pengakuan yang lebih besar bahwa beberapa faktor perlu dipahami jika fenomena harus dijelaskan, (iii) jumlah data pengamatan yang lebih besar, penggunaan matematika yang lebih intens untuk menunjukkan hubungan dan memperdalam pemahaman, (iv) pemahaman yang semakin baik atas model fisik, mental dan matematika.

- 3) Komunikasi dan kerjasama antar guru penting dilakukan. Komunikasi antar guru sangat diperlukan dalam rangka memperkuat keterkaitan antar mata pelajaran. Pembelajaran sains harus memberikan kontribusi pada pembelajaran siswa untuk bidang lain. Guru harus saling berkomunikasi untuk membangun pembelajaran lintas bidang ilmu:
  - (a) Belajar sains melibatkan penggunaan pengetahuan dan keterampilan yang dipelajari dalam mata pelajaran lain, terutama dalam bahasa, matematika, teknologi, desain, dan sejarah.
  - (b) Ada dukungan kuat di sekolah-sekolah di seluruh dunia untuk menghubungkan belajar sains dengan literasi. Tradisi sains menempatkan prioritas yang tinggi pada komunikasi yang akurat. Siswa harus dapat menjelaskan objek dan menafsirkan suatu deskripsi, membaca dan memberikan instruksi, menjelaskan ide-ide kepada orang lain, menulis laporan, dan berpartisipasi dalam diskusi kelompok.
  - (c) Integrasi sains, matematika dan teknologi merupakan upaya yang banyak dilakukan. Meskipun masing-masing bidang memiliki identitas sendiri, namun masing-masing tergantung pada dan memperkuat yang lain. Pengetahuan dan keterampilan matematika menjadi dasar untuk belajar sains. Siswa akan membutuhkan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang-bidang seperti: grafik, rasio dan proporsi, mengkonversi dari satu satuan ke satuan lain, notasi ilmiah, pemahaman angka penting, estimasi, dan perhitungan.



- (d) Sejarah juga penting untuk memahami bagaimana sains bekerja. Sains dan penemuan yang merupakan sumber fakta-fakta sejarah dan artefak. Siswa perlu menyadari bahwa banyak perkembangan sains dan teknologi telah dihasilkan dari akumulasi bertahap pengetahuan selama berabad-abad. Siswa harus juga belajar bahwa banyak orang, bukan hanya ilmuwan besar tetapi orang-orang seperti mereka, telah dan terus melakukan kerja ilmiah misalnya para petani kita yang selalu belajar untuk menjadi atau menemukan cara yang lebih baik dalam bertani agar memperoleh hasil yang terbaik berdasarkan pengalaman yang mereka dapatkan ketika mereka bertani. Studi kasus sejarah sains, matematika dan teknologi dan desain di awal kerajaan Mesir, Yunani, Cina, Arab, dan Nusantara sampai zaman modern, akan membantu siswa memahami kontribusi orang-orang dari seluruh dunia.
- 4) Komunikasi sekolah dengan orang tua dan *stakeholder* lainnya juga sangat penting. Sekolah akan mendapat keuntungan dari mengkomunikasikan tujuan sekolah dan tujuan pembelajaran pada orang tua dan *stakeholder* lain dalam masyarakat. Kehidupan sekolah hanyalah sebagian dari pengalaman anak-anak. Jam di luar sekolah dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran di sekolah mereka jika masyarakat luas memahami apa tujuan sekolah untuk melakukan itu. Hal ini sangat penting untuk pendidikan sains di mana tujuannya adalah untuk memahami dunia di sekitar dan kesempatan untuk itu hampir tak terbatas. Termasuk dalam hal ini misalnya memberikan kesempatan kepada orang tua murid yang kebetulan berprofesi sebagai akademisi, peneliti, atau insinyur untuk memberikan kuliah tamu, kunjungan ke museum ilmiah, kunjungan lapangan, atau siswa magang ke laboratorium penelitian atau perguruan tinggi.
- 5) Menumbuhkan jiwa kewirausahaan dan ekonomi kreatif mereka sebagai wujud pemahaman dari konsep sains yang mereka kuasai dalam bentuk implementasi dalam kehidupan bermasyarakat misalnya membuat produk, mendesain konsep, menemukan metode, dll.

Peran Guru Biologi di Abad 21 dan Pengembangan Karier di Peserta didik Berbasis Biologi. Menjadi guru juga harus melek *media/media literate* dan



mentransfer kemampuannya kepada peserta didik dalam hal mengelola informasi dari berbagai media dengan:

- 1) Menemukan informasi
- 2) Memproses berbagai informasi dari berbagai media
- 3) Pengkodean informasi
- 4) Menganalisis informasi
- 5) Memberikan evaluasi secara kritis terhadap informasi
- 6) Mengorganisasi informasi dalam perpustakaan digital pribadi
- 7) Mencipta informasi dalam berbagai media
- 8) Mendistribusikan informasi untuk mencari pengguna
- 9) Memfilter informasi

Dengan menerapkan budaya belajar biologi seperti diatas diharapkan peserta didik akan mencapai kompetensi yang diharapkan selama guru merancang pembelajaran sesuai dengan teori, model, pendekatan, dan metode yang tepat.

## **2. Prinsip Pengembangan Perancangan Pembelajaran**

Karakteristik pembelajaran pada setiap satuan pendidikan terkait erat dengan Standar Kompetensi Lulusan dan Standar Isi. Standar Kompetensi Lulusan memberikan kerangka konseptual tentang sasaran pembelajaran yang harus dicapai. Standar Isi memberikan kerangka konseptual tentang kegiatan belajar dan pembelajaran yang diturunkan dari tingkat kompetensi dan ruang lingkup materi.

Sesuai dengan Standar Kompetensi Lulusan, sasaran pembelajaran mencakup pengembangan ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dielaborasi untuk setiap satuan pendidikan. Untuk menyajikan pembelajaran sesuai tuntutan Standar tersebut maka guru harus mengembangkan perancangan pembelajaran yang sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik.

### **a. Kerangka Pembelajaran Biologi**

Sesuai dengan hakekat Kurikulum 2013, pembelajaran biologi meliputi pengetahuan, keterampilan, dan sikap serta kemampuan berpikir melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang melalui kegiatan pembelajaran dalam silabus dan RPP. Dalam kegiatan pembelajaran peserta didik melakukan kegiatan mengamati, menanya, mengumpulkan informasi,



menalar/mengasosiasi, dan mengkomunikasikan apa yang sudah ditemukan dalam kegiatan analisis. Proses pembelajaran harus menghasilkan pengetahuan dan keterampilan langsung atau yang disebut dengan *instructional effect* (efek langsung). Pembelajaran ini berkenaan dengan pembelajaran yang menyangkut KD yang dikembangkan dari KI-3 dan KI-4. Keduanya dikembangkan secara bersamaan dalam suatu proses pembelajaran dan menjadi wahana untuk mengembangkan KD pada KI-1 dan KI-2. Dapat dikatakan bahwa pengembangan KD dari KI-1 dan KI-2 terjadi sebagai *nurturant effect* (efek pendamping) dari kegiatan pembelajaran menyangkut KD dari KI-3 dan KI-4. Mengacu pada hakekat, tujuan dan karakter materi biologi maka pembelajaran biologi semestinya dirancang dengan mengakomodasi prinsip-prinsip pembelajaran tersebut.

Pengembangan perancangan pembelajaran dimulai dari analisis kurikulum atau SKL, KI, dan KD seperti yang telah dipelajari pada kegiatan pembelajaran sebelumnya. Untuk penyempurnaan pengetahuan Anda pada uraian berikutnya akan disajikan prinsip-prinsip pengembangan silabus dan RPP, bagaimana memadankan antara kompetensi dasar pengetahuan dan keterampilan, menentukan kompetensi dasar sikap yang sesuai dengan penerapan kompetensi dasar aspek pengetahuan dan bagaimana cara mengidentifikasi indikator pencapaian kompetensi aspek pengetahuan, keterampilan atau sikap sebagai bagian dari perancangan pembelajaran.

#### **b. Perancangan Pembelajaran**

Perencanaan pembelajaran dirancang dalam bentuk Silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang mengacu pada Standar Isi. Perencanaan pembelajaran meliputi penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran dan penyiapan media dan sumber belajar, perangkat penilaian pembelajaran, dan skenario pembelajaran. Penyusunan Silabus dan RPP disesuaikan dengan pendekatan pembelajaran yang digunakan. Silabus telah disediakan oleh pemerintah pusat, guru dapat menggunakan silabus untuk merancang RPP menyesuaikan dengan kondisi sekolah dan kelas masing-masing. Berikut adalah prinsip pengembangan silabus :



### 1) Silabus

Silabus merupakan acuan penyusunan kerangka pembelajaran untuk setiap bahan kajian mata pelajaran. Silabus paling sedikit memuat:

- (a) Identitas mata pelajaran
- (b) Identitas sekolah meliputi nama satuan pendidikan dan kelas;
- (c) Kompetensi inti, merupakan gambaran secara kategorial mengenai kompetensi dalam aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang harus dipelajari untuk suatu jenjang sekolah, kelas dan mata pelajaran;
- (d) Kompetensi dasar, merupakan kemampuan spesifik yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang terkait muatan atau mata pelajaran;
- (e) Materi pokok, memuat fakta, konsep, prinsip, dan prosedur yang relevan, dan ditulis dalam bentuk butir-butir sesuai dengan rumusan indikator pencapaian kompetensi;
- (f) Pembelajaran, yaitu kegiatan yang dilakukan oleh pendidik dan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan;
- (g) Penilaian, merupakan proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk menentukan pencapaian hasil belajar peserta didik;
- (h) Alokasi waktu sesuai dengan jumlah jam pelajaran dalam struktur kurikulum untuk satu semester atau satu tahun; dan
- (i) Sumber belajar, dapat berupa buku, media cetak dan elektronik, alam sekitar atau sumber belajar lain yang relevan.

Pengembangan silabus mengacu pada Permendikbud tentang Standar Kompetensi Lulusan, Standar Isi, Standar Proses, dan Standar Penilaian untuk SMA/MA. Untuk Kurikulum 2013, silabus dikembangkan di tingkat pusat yang digunakan sebagai acuan dalam pengembangan rencana pelaksanaan pembelajaran.



## Contoh Silabus Mata Pelajaran Biologi

### B. Biologi

Satuan Pendidikan : SMA/MA  
Kelas : X (sepuluh)  
Kompetensi Inti :

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya  
 KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.  
 KI 3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah  
 KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1.1. Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang keanekaragaman hayati, ekosistem dan lingkungan hidup.		Pembelajaran KI 1 dan KI 2 dilakukan secara tidak langsung (terintegrasi) dalam pembelajaran KI 3 dan KI 4	Penilaian KI 1 dan KI 2 dilakukan melalui pengamatan, penilaian diri, penilaian teman sejawat oleh peserta didik, dan jurnal		
1.2. Menyadari dan mengagumi pola pikir					
Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses					
1.3. Peka dan peduli terhadap permasalahan lingkungan hidup, menjaga dan menyayangi lingkungan sebagai manifestasi pengamalan ajaran agama yang dianutnya					
2.1. Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam					

## 2) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

Tahap pertama dalam pembelajaran yaitu perencanaan pembelajaran yang diwujudkan dengan kegiatan penyusunan RPP (rencana pelaksanaan pembelajaran). RPP adalah rencana kegiatan pembelajaran tatap muka untuk satu pertemuan atau lebih. RPP dikembangkan dari silabus untuk mengarahkan kegiatan pembelajaran peserta didik dalam upaya mencapai Kompetensi Dasar (KD). Setiap pendidik pada satuan pendidikan berkewajiban menyusun RPP



secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, efisien, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. RPP disusun berdasarkan KD atau subtema yang dilaksanakan untuk satu kali pertemuan atau lebih.

Komponen RPP terdiri atas:

- a) identitas sekolah yaitu nama satuan pendidikan;
- b) identitas mata pelajaran atau tema/subtema;
- c) kelas/semester;
- d) materi pokok;
- e) alokasi waktu ditentukan sesuai dengan keperluan untuk pencapaian KD dan beban belajar dengan mempertimbangkan jumlah jam pelajaran yang tersedia dalam silabus dan KD yang harus dicapai;
- f) tujuan pembelajaran yang dirumuskan berdasarkan KD, dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur, yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan;
- g) kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi;
- h) materi pembelajaran, memuat fakta, konsep, prinsip, dan prosedur yang relevan, dan ditulis dalam bentuk butir-butir sesuai dengan rumusan indikator ketercapaian kompetensi;
- i) metode pembelajaran, digunakan oleh pendidik untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik mencapai KD yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan KD yang akan dicapai;
- j) media pembelajaran, berupa alat bantu proses pembelajaran untuk menyampaikan materi pelajaran;
- k) sumber belajar, dapat berupa buku, media cetak dan elektronik, alam sekitar, atau sumber belajar lain yang relevan;
- l) langkah-langkah pembelajaran dilakukan melalui tahapan pendahuluan, inti, dan penutup; dan
- m) penilaian hasil pembelajaran.



Pengembangan RPP dilakukan sebelum awal semester atau awal tahun pelajaran dimulai, namun perlu diperbaharui sebelum pembelajaran dilaksanakan. Pengembangan RPP dapat dilakukan oleh guru secara mandiri dan/atau berkelompok di sekolah/madrasah dikoordinasi, difasilitasi, dan disupervisi oleh kepala sekolah/madrasah. Pengembangan RPP dapat juga dilakukan oleh guru secara berkelompok antarsekolah atau antarwilayah dikoordinasi, difasilitasi, dan disupervisi oleh dinas pendidikan atau kantor kementerian agama setempat.

Langkah awal Penyusunan RPP adalah Pengkajian silabus meliputi: (1) KI dan KD; (2) materi pembelajaran; (3) proses pembelajaran; (4) penilaian pembelajaran; (5) alokasi waktu; dan (6) sumber belajar, dilanjutkan dengan perumusan indikator pencapaian KD pada KI-1, KI-2, KI-3, dan KI-4. Perumusan indikator telah dipelajari pada kegiatan pembelajaran sebelumnya, Anda dapat berlatih kembali dengan kompetensi dasar topik biologi yang berbeda.

Baik pada silabus maupun RPP terdapat kolom sumber belajar dan media pembelajaran. Sumber belajar dapat berupa buku, media cetak dan elektronik, alam sekitar, atau sumber belajar lain yang relevan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dibedakan dengan tegas antara media dengan sumber belajar. Sebagai contoh, dalam proses pembelajaran digunakan pesawat televisi, maka pesawat televisi tersebut berfungsi sebagai media, sementara isi berita yang disampaikan merupakan sumber belajar. Contoh lain dalam pembelajaran berbasis TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi), perangkat keras yang digunakan seperti komputer, LCD proyektor, dan layar berfungsi sebagai media pembelajaran, sementara perangkat lunak yang ditayangkan merupakan sumber belajar.

Pesan yang disampaikan dalam proses pembelajaran seharusnya memenuhi kriteria benar, akurat, tidak multi tafsir, dan actual. Untuk memenuhi kriteria tersebut diperlukan sumber belajar sebagai rujukan.

Media pembelajaran harus dirancang, disusun, dibuat, dan disiapkan sedemikian rupa oleh guru sehingga dapat digunakan secara efektif dan efisien sesuai dengan fungsinya. Oleh karena itulah, media yang digunakan dalam suatu proses pembelajaran merupakan suatu karya dan digolongkan sebagai “teknologi dalam pembelajaran”. Di dalam pembelajaran biologi sering digunakan berbagai alat bantu *chart* dan gambar.



Jenis media “Alat Peraga” memiliki karakter yang berbeda untuk setiap mata pelajaran. Berikut disajikan contoh media “Alat Peraga” untuk mata pelajaran biologi.

a. Benda Asli

Media yang tergolong benda asli dalam pembelajaran biologi adalah semua bahan-bahan biologi baik yang dibuat (dikemas seperti preparat awetan) maupun alami. Alat-alat laboratorium yang sering digunakan dalam berbagai percobaan biologi termasuk ke dalam golongan media benda asli.

b. Model

Torso merupakan satu contoh alat peraga yang termasuk jenis model. Contoh model lainnya yang seringkali digunakan dalam pembelajaran biologi adalah model jantung, mata dan paru-paru. Alat peraga ini dapat dibuat dengan menggunakan berbagai bahan dasar seperti balon, plastisin, *styroform*, dan lain-lain.

c. Multimedia interaktif

Media yang tergolong interaktif umumnya merupakan gabungan dari berbagai media (visual, audiovisual, suara) serta melibatkan interaksi dengan pebelajar secara aktif. Seiring dengan perkembangan teknologi dan informasi, multimedia dalam pembelajaran biologi menjadi lebih variatif. Saat ini telah banyak diproduksi multimedia pembelajaran biologi interaktif yang dapat diunduh bebas dari berbagai laman seperti Google, Youtube, dan Wikipedia (Wikipedia.org).

#### D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mempelajari uraian tentang perancangan pembelajaran yang mendidik, silahkan Anda mempelajari kegiatan yang terdapat dalam modul ini. Petunjuknya disajikan dalam lembar kegiatan (LK). Jika Anda mengikuti Kegiatan pembelajaran diklat tatap muka penuh, maka Anda harus mengerjakan semua LK yang ada. Akan tetapi jika Anda mengikuti Kegiatan pembelajaran diklat tatap muka dengan model In-On-In, maka LK yang harus Anda kerjakan cukup lembar kerja yang di keterangannya tertulis In (lihat Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul). LK dengan kode On, dikerjakan pada saat *on the job*



*learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi tagihan pada kegiatan *in-2*.

## AKTIVITAS: PEGEMBANGAN PERENCANAAN PEMBELAJARAN

### LK. I1.01. Konsep Pengembangan Perencanaan Pembelajaran

**Tujuan:** Mendiskusikan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik dan penerapannya dalam mengembangkan perencanaan pembelajaran.

#### Prosedur Kerja:

1. Bacalah dengan teliti uraian materi modul ini.
2. Diskusikan dalam kelompok dan jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut, tuliskan jawaban hasil diskusi pada kolom yang tersedia
3. Presentasikan hasil diskusi, setiap kelompok menyajikan salah satu jawaban pertanyaan hasil diskusi
4. Berikan komentar terhadap hasil presentasi kelompok lain

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Bagaimana prinsip-prinsip pembelajaran yang memotivasi peserta didik agar berpartisipasi aktif?	
2.	Jelaskan prinsip-prinsip pembelajaran yang terkait dengan tujuan mata pelajaran biologi!	
3.	Bagaimana prinsip pembelajaran yang terkait dengan ruang lingkup mata pelajaran biologi?	
4.	Uraikan prinsip pembelajaran yang Terkait dengan budaya belajar Biologi!	
5.	Apa komponen-kpm[onen yang harus ada dalam silabus dan RPP?	
6.	Uraikan langkah-langkah pengembangan RPP!	



## **AKTIVITAS: PENGEMBANGAN PERENCANAAN PEMBELAJARAN**

### **LK.I1.02. Penyusunan dan Penelaahan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)**

**Tujuan Kegiatan :** Melalui kegiatan penyusunan dan telaah RPP, peserta mampu menyusun RPP Biologi yang sesuai dengan SKL, KI, dan KD; dan model pembelajaran yang relevan serta sesuai dengan prinsip-prinsip pengembangan RPP

**Langkah Kegiatan :**

1. Pelajari dan diskusikan prinsip-prinsip penyusunan RPP beserta contoh RPP Biologi
2. Dalam kelompok susunlah RPP dari satu KD, setiap orang atau dua orang mendapatkan tugas menyusun RPP untuk satu kali tatap muka.
3. Setelah selesai tukarkan RPP yang Anda susun dengan anggota kelompok lain
4. Lakukan telaah RPP yang disusun anggota kelompok lain menggunakan format yang tersedia
5. Isilah format sesuai dengan petunjuk pada format telaah RPP, berikan catatan khusus atau alasan Anda memberi skor pada suatu aspek pada RPP
6. Tuliskan masukan atau rekomendasi secara umum sebagai saran perbaikan RPP pada kolom yang tersedia
7. Setelah selesai telaah RPP, tukarkan kembali RPP selanjutnya diskusikan hasil telaah RPP kemudian revisi sesuai rekomendasi atau saran perbaikan.



### FORMAT TELAAH RPP

- Berilah tanda cek ( V ) pada kolom skor (1, 2, 3) sesuai dengan kriteria yang tertera pada kolom tersebut. Berikan catatan atau saran untuk perbaikan RPP sesuai penilaian Anda
- Isilah Identitas RPP yang ditelaah.

**Nama Guru** :

---

**Mata pelajaran** :

---

**Topik/Sub topik** :

---

No	Komponen Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	Hasil Penelaahan dan Skor			Catatan revisi
		1	2	3	
<b>A</b>	<b>Identitas Mata Pelajaran</b>	Tidak ada	Kurang Lengkap	Sudah Lengkap	
1.	Terdapat : satuan pendidikan, kelas, semester, mata pelajaran jumlah pertemuan				
<b>B</b>	<b>Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar</b>				
1	Kompetensi Inti				
2	Kompetensi Dasar				
<b>C.</b>	<b>Perumusan Indikator</b>	Tidak Sesuai	Sesuai Sebagian	Sesuai Seluruhnya	
1.	Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar				
2.	Kesesuaian penggunaan kata kerja operasional dengan kompetensi yang diukur				
3.	Kesesuaian rumusan dengan aspek pengetahuan.				
4	Kesesuaian rumusan dengan aspek keterampilan				
<b>D.</b>	<b>Perumusan Tujuan Pembelajaran</b>	Tidak Sesuai	Sesuai Sebagian	Sesuai Seluruhnya	
1	Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar				
2	Kesesuaian dengan Indikator				
3	Kesesuaian perumusan dengan aspek <i>Audience, Behaviour, Condition, dan Degree</i>				
<b>E.</b>	<b>Pemilihan Materi Ajar</b>	Tidak Sesuai	Sesuai Sebagian	Sesuai Seluruhnya	



1.	Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar				
2.	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran				
3.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik				
4.	Keruntutan uraian materi ajar				
<b>F.</b>	<b>Pemilihan Sumber Belajar</b>	<b>Tidak Sesuai</b>	<b>Sesuai Sebagian</b>	<b>Sesuai Seluruhnya</b>	
1.	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran				
2.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran				
3.	Kesesuaian dengan pendekatan saintifik				
4.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik				
<b>G.</b>	<b>Pemilihan Media Belajar</b>	<b>Tidak Sesuai</b>	<b>Sesuai Sebagian</b>	<b>Sesuai Seluruhnya</b>	
1.	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran				
2.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran				
3.	Kesesuaian dengan pendekatan saintifik				
4.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik				
<b>H.</b>	<b>Model Pembelajaran</b>	<b>Tidak Sesuai</b>	<b>Sesuai Sebagian</b>	<b>Sesuai Seluruhnya</b>	
1.	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran				
2.	Kesesuaian dengan karakteristik materi				
<b>I.</b>	<b>Metode Pembelajaran</b>	<b>Tidak Sesuai</b>	<b>Sesuai Sebagian</b>	<b>Sesuai Seluruhnya</b>	
1.	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran				
2.	Kesesuaian dengan karakteristik materi				
3.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik				
<b>J.</b>	<b>Skenario Pembelajaran</b>	<b>Tidak Sesuai</b>	<b>Sesuai Sebagian</b>	<b>Sesuai Seluruhnya</b>	
1.	Menampilkan kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup dengan jelas				
2.	Kesesuaian kegiatan dengan pendekatan saintifik (mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasikan informasi, mengkomunikasikan)				
3.	Kesesuaian dengan metode pembelajaran				
4.	Kesesuaian kegiatan dengan sistematika/keruntutan materi				
5.	Kesesuaian alokasi waktu kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan kegiatan penutup dengan cakupan materi				



K.	Rancangan Penilaian Pembelajaran	Tidak Sesuai	Sesuai Sebagian	Sesuai Seluruhnya	
1.	Kesesuaian bentuk, tehnik dan instrumen dengan indikator pencapaian kompetensi				
2.	Kesesuaian antara bentuk, tehnik dan instrumen Penilaian Sikap				
3.	Kesesuaian antara bentuk, tehnik dan instrumen Penilaian Pengetahuan				
4.	Kesesuaian antara bentuk, tehnik dan instrumen Penilaian Keterampilan				
<b>JUMLAH SKOR</b>					

**Masukan terhadap RPP secara umum:**

.....

.....

.....

.....

.....



## AKTIVITAS: MENGEMBANGKAN SOAL

### LK. I1.03 Pengembangan Soal

#### Prosedur Kerja

1. Bacalah dengan teliti bahan bacaan berupa Modul Pengembangan Penilaian di Modul Biologi Peningkatan Kompetensi Guru Kelompok Kompetensi F dan G
2. Pelajari kisi-kisi UN SMA/MA, SMTK, dan SMAK tahun 2016/2017 yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan pada lampiran 1.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari di modul profesional sesuai format berikut secara mandiri atau boleh juga bekerja sama dalam kelompok. Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah Anda.

#### KISI-KISI PENULISAN SOAL TES PRESTASI AKADEMIK

##### A. Kurikulum 2006

Jenis Sekolah : SMA/MA, SMTK, SMAK

Mata Pelajaran : Biologi

No. Urut	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Bahan Kelas	Materi	Indikator	Bentuk Soal
1			XII	Bioteknologi Sederhana		PG Level Pengetahuan dan Pemahaman
2			XII	Bioteknologi Sederhana		PG Level Aplikasi
3			XII	Bioteknologi Sederhana		PG Level Penalaran

##### B. Kurikulum 2013

Jenis Sekolah : SMA/MA, SMTK, SMAK

Mata Pelajaran : Biologi

No. Urut	Kompetensi Dasar	Bahan Kelas	Materi	Indikator	Bentuk Soal
1		VII	Bioteknologi Sederhana		PG Level Pengetahuan dan Pemahaman
2		VII	Bioteknologi Sederhana		PG Level Aplikasi
3		VII	Bioteknologi Sederhana		PG Level Penalaran



4. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTS.
6. Kembangkan soal Pilihan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
7. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.
8. Tuliskan soal pada kartu soal di bawah ini.

<b>KARTU SOAL</b>	
Jenjang	: SMA/MA, SMTK, SMAK
Mata Pelajaran	: Biologi
Kelas	: XII
Kompetensi	:
Level	: Pengetahuan dan Pemahaman
Materi	: Bioteknologi Sederhana
Bentuk Soal	: Pilihan Ganda
BAGIAN SOAL DISINI	
Kunci Jawaban	:

### E. Latihan/ Kasus /Tugas

#### Kasus

Anda mengajar di sekolah yang kebetulan alat dan bahan praktikum di laboratoriumnya tidak memadai. Lokasi sekolah Anda termasuk di daerah yang jauh ke perkotaan dimana alat dan bahan praktikum dapat di beli. Selain itu Anda tidak mengajukan anggaran pembelian bahan praktikum di awal tahun sehingga sekolah tidak menganggarkan dana pembeliannya.

Jika Anda akan mengajarkan konsep metabolisme perbaikan apa saja yang Anda lakukan pada silabus dan RPP yang tersedia.



### Format Hasil Analisis

Satuan Pendidikan : SMA/MA					
Kelas: X (sepuluh)					
Kompetensi Inti					
KI 1 :					
KI 2 :					
KI 3 :					
KI 4:					
Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber

## F. Rangkuman

Proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Permendikbud tentang pembelajaran menyebutkan bahwa kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip diantaranya adalah peserta didik difasilitasi untuk mencari tahu, peserta didik belajar dari berbagai sumber belajar, proses pembelajaran menggunakan pendekatan ilmiah dan pembelajaran berbasis kompetensi dan pembelajaran yang mengutamakan pembudayaan dan pemberdayaan peserta didik sebagai pembelajar sepanjang hayat.

Kompetensi biologi SMA/MA juga ditekankan pada pengembangan kecakapan hidup (*life skill*) yang bermanfaat bagi semua peserta didik untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Budaya yang harus dibangun dalam pembelajaran biologi pada dasarnya adalah keterlibatan aktif siswa dalam kerja ilmiah/inkuiri.



Perencanaan pembelajaran dirancang dalam bentuk Silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang mengacu pada Standar Isi. Perencanaan pembelajaran meliputi penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran dan penyiapan media dan sumber belajar, perangkat penilaian pembelajaran, dan skenario pembelajaran. Penyusunan Silabus dan RPP disesuaikan dengan pendekatan pembelajaran yang digunakan. Silabus merupakan acuan penyusunan kerangka pembelajaran untuk setiap bahan kajian mata pelajaran. RPP merupakan rencana pembelajaran yang dikembangkan secara rinci dari suatu materi pembelajaran atau tema tertentu yang mengacu pada silabus.

### **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Setelah menyelesaikan soal dan latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

## KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

### Kunci Jawaban Pembelajaran: Pengembangan Perencanaan Pembelajaran

Pada prinsipnya perbaikan silabus dan RPP pada materi “Metabolisme” disesuaikan dengan karakteristik siswa dan keadaan sekolah Anda, yang penting pembelajaran tersebut dapat diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

## EVALUASI

1. Biologi diperlukan dalam kehidupan sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan manusia melalui pemecahan masalah-masalah yang dapat diidentifikasi. Pada hakikatnya Biologi terdiri dari tiga komponen, yaitu
  - A. Inkuiri ilmiah, sikap ilmiah, dan produk ilmiah
  - B. Inkuiri ilmiah, proses ilmiah, dan produk ilmiah
  - C. Sikap ilmiah, proses ilmiah, dan produk ilmiah
  - D. Sikap ilmiah, proses ilmiah dan fakta ilmiah
2. Konsep tidak diberikan begitu saja oleh guru tetapi siswa harus menemukannya sendiri. Pernyataan ini mengandung makna bahwa Biologi sebagai ...
  - A. kumpulan dari konsep
  - B. proses
  - C. produk
  - D. bagan konsep
3. *Nurturant effect* (efek pendamping) dari kegiatan pembelajaran yang menyangkut materi Pencemaran Lingkungan adalah siswa mampu....
  - A. menjelaskan jenis-jenis pencemar lingkungan
  - B. mendeskripsikan proses terjadinya pencemaran lingkungan
  - C. menguraikan hal-hal yang dapat dilakukan untuk mengatasi pencemaran lingkungan
  - D. menunjukkan sikap peduli lingkungan
4. Proses belajar merupakan suatu proses sosial, karena itu penting sekali bagi guru untuk mengetahui apakah siswa dapat bekerja sama dalam



- kelompok. Untuk dapat bekerja sama dengan kelompok perlu saling menerima, saling percaya, saling menyenangkan diantara anggota. Catatan dan gambaran untuk melihat hal ini adalah....
- catatan atau bagan partisipasi
  - catatan sosiometri
  - catatan belajar siswa
  - catatan absensi
5. Pada Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) terdapat materi ajar yang meliputi teori Histogen yang dikemukakan oleh Hanstein dan Teori Tunika-Korpus, dikemukakan oleh Schmid. Konsep tersebut merupakan sebagian dari materi ajar untuk KD....
- Menganalisis hubungan antara faktor internal dan eksternal dengan proses pertumbuhan dan perkembangan pada Mahluk Hidup berdasarkan hasil percobaan.
  - Mengevaluasi pemahaman diri tentang berbagai pandangan mengenai evolusi makhluk hidup dan menciptakan gagasan baru tentang kemungkinan-kemungkinan teori evolusi berdasarkan pemahaman yang dimilikinya.
  - Menganalisis tentang teori evolusi dan seleksi alam dengan pandangan baru mengenai pembentukan spesies baru di bumi berdasarkan studi literatur.
  - Merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan melaporkan secara tertulis dengan menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar
6. Pada mata pelajaran biologi kelas XII terdapat KD 3.4 *Menganalisis proses pembelahan sel.* dan 4.4 *Menyajikan data hasil analisis pembelahan sel.* Pada awal pembelajaran guru merancang suatu kegiatan agar peserta didik mudah memahami materi ini, kegiatan yang sesuai dengan KD tersebut adalah....
- mendiskusikan hasil pengamatan gambar/charta sel hewan dan sel tumbuhan



- B. melakukan pengamatan preparat ujung akar bawang merah dengan pewarnaan acetokarmin
  - C. mendiskusikan hasil pengamatan gambar fase-fase pembelahan sel yang ada pada buku
  - D. mengamati model pembelahan sel mitosis dan meiosis secara langsung
7. Hubungan antara media dengan siklus perencanaan pembelajaran, antara lain:
- A. Hubungannya adalah ketika dalam pembuatan perencanaan pembelajaran saja.
  - B. Media dibuat dan direncanakan harus cocok dengan tujuan dan materi yang akan diajarkan.
  - C. Media dibuat seyogianya dari bahan yang paling baik dan mahal, agar siswa lebih tertarik pada proses belajar.
  - D. Media dipilih dan ditentukan ketika pembelajaran sedang berlangsung.
8. Berikut ini cuplikan teks pada RPP biologi untuk KD 3.1 "Memahami tentang ruang lingkup biologi (permasalahan pada berbagai obyek biologi dan tingkat organisasi kehidupan), metode ilmiah dan prinsip keselamatan kerja berdasarkan pengamatan dalam kehidupan sehari-hari". Pada kegiatan pendahuluan : peserta didik diminta untuk mengamati berbagai komponen atau kandungan zat makanan dan kandungan gizinya pada kemasan produk makanan hasil olahan mikroorganisme. Mereka diminta mengidentifikasi komponen dan manfaatnya sesuai dengan yang tertera pada kemasan. Pada kegiatan Inti: peserta didik diminta untuk mengkaji uraian peran ilmu biologi secara mandiri dalam berbagai bidang ilmu yang terdapat di buku siswa, mendiskusikannya, dan mencari contoh- contoh lain dari berbagai sumber. Prinsip-prinsip penyusunan RPP yang diterapkan guru tersebut adalah ....
- A. pemberian umpan balik dan tindak lanjut: pemberian umpan balik positif, penguatan, pengayaan, dan remedi.
  - B. penekanan pada keterkaitan dan keterpaduan antara KI, KD, IPK, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan pengalaman belajar



- C. penerapan teknologi informasi dan komunikasi secara terintegrasi, sistematis, dan efektif sesuai dengan situasi dan kondisi
- D. berpusat pada peserta didik untuk mendorong semangat belajar, motivasi, minat, kreativitas, inisiatif, inspirasi, dan kemandirian.
9. Proses pembelajaran pada Kurikulum 2013 untuk semua jenjang dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan saintifik dan mencakup tiga ranah, yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Hasil akhir dari suatu pembelajaran adalah ....
- A. penguasaan kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan yang mumpuni sehingga menjadi manusia yang realistis (*soft skills*) dan manusia yang memiliki kecakapan dan pengetahuan untuk hidup secara layak (*hard skills*)
- B. penguasaan kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan yang tinggi sehingga menjadi manusia yang logik (*soft skills*) dan manusia yang memiliki kecakapan dan pengetahuan untuk hidup secara berkecukupan (*hard skills*)
- C. penguasaan kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan yang seimbang sehingga menjadi manusia yang baik (*soft skills*) dan manusia yang memiliki kecakapan dan pengetahuan untuk hidup secara layak (*hard skills*)
- D. penguasaan kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan yang tinggi sehingga menjadi manusia yang hebat (*soft skills*) dan manusia yang memiliki kecakapan dan pengetahuan untuk hidup secara berkecukupan (*hard skills*).
10. Rancangan pembelajaran yang menunjukkan keterikatan triangulasi yang tepat adalah ....

	Tujuan	Proses Pembelajaran	Penilaian
A	Menganalisis peran cahaya dalam pembentukan oksigen	Praktik	Unjuk Kerja



	Tujuan	Proses Pembelajaran	Penilaian
	pada proses fotosintesis		
B	Mengolah sampah organik menjadi bahan yang bisa digunakan	Diskusi	Penilaian sikap antarteman
C	Menjelaskan peran ribosom dalam sintesis protein	Observasi di lapangan	Tes Tulis
D	Mengukur perbedaan suhu lingkungan antara dataran tinggi dan dataran rendah serta pengaruhnya terhadap jenis vegetasi	Karya Wisata	Essay pendapat

## PENUTUP

Modul Pedagogik Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Mata Pelajaran Biologi Kelompok Kompetensi I yang berjudul Pengembangan Perencanaan Pembelajaran disiapkan untuk membantu guru kegiatan diklat baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi pedagogik yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi I. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, praktik dan latihan. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kemampuan pada Kelompok Kompetensi I, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul. Bagi anda yang menggunakan modul ini dalam pelaksanaan moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*), anda masih perlu menyelesaikan beberapa kegiatan pembelajaran secara mandiri ataupun kolaboratif bersama rekan guru di sekolah masing-masing (*on the job learning*). Produk pembelajaran yang telah anda hasilkan selama *on the job learning* akan menjadi tagihan yang akan dipresentasikan dan dikonfirmasi pada kegiatan tatap muka kedua (*in-2*). Adapun pembelajaran mandiri yang perlu anda lakukan adalah kegiatan eksperimen, non eksperimen, latihan soal pilihan ganda, dan latihan membuat soal.

Semoga modul ini membantu anda meningkatkan pemahaman konten, penguasaan materi dan keterampilan pada topik-topik di dalamnya. Modul ini masih dalam penyempurnaan, dengan demikian masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Azhar. 2014. *Media Pembelajaran* (Edisi Revisi). Jakarta: Rajawali Pers
- Asmawi Zainul & Noehi Nasoetion. 1993. *Penilaian Hasil Belajar*, Depdikbud Antar Universitas.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2007. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2007 Tentang Standar Penilaian Pendidikan.
- Friedl, Alfred E., 1986, *Teaching Science to Children: An Integrated Approach*, New York: Random House
- Hidayat, W.. 2007. *Penilaian Kinerja Berupa Produk Dari Kegiatan Field Trip Model Pengelompokkan Wheeler & Dunleavy*, Bandung, Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA – UPI
- Indrawati. 2013. *Hakikat IPA dan Pendidikan IPA*. Bandung: PPPPTK IPA
- Indrawati. 2007. *Teori Pembelajaran Pemrosesan Informasi*. Bandung: PPPG IPA
- Joyce and Weil. 1992. *Models of Teaching*. Fourth Edition. Boston: Allyn and Bacon.
- Kemdikbud. 2016. *Permendikbud 20 tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar Dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kemdikbud. 2016. *Permendikbud 21 tahun 2016 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kemdikbud. 2016. *Permendikbud No. 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Dikdasmen*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kemdikbud. 2016. *Permendikbud No. 23 Tahun 2016 tentang Standar Penilaian pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



- Kemdikbud. 2016. *Permendikbud No. 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Biologi SMA/MA* Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- .Mohammad Syarif. 2015. *Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013*. Mata Pelajaran Biologi. Pusbangprodik, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- National Research Council. 1996. *National Science Education Standards*. National Academy Press. Washington DC.
- National Science Teacher Association. 1998. *Standards for Science Teacher Preparation*.
- Walkel, Diane, et.al,. 1997. *Teaching the Process Skill*. Washington School District.

## GLOSARIUM

Standar Kompetensi Lulusan	kriteria mengenai kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan.
Pembelajaran	proses interaksi antarpeserta didik, antara peserta didik dengan tenaga pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.
Indikator pencapaian kompetensi	(a) perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4; dan (b) perilaku yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan KD pada KI-1 dan KI-2, yang kedua-duanya menjadi acuan penilaian mata pelajaran.
soft skills	keterampilan seseorang dalam berhubungan dengan orang lain (interpersonal skills) dan keterampilan dalam mengatur dirinya sendiri (intrapersonal skills) yang mampu mengembangkan unjuk kerja secara maksimal.
Hard skills	penguasaan ilmu pengetahuan, teknologi, dan keterampilan teknis yang berhubungan dengan bidang ilmunya.
Pembelajaran langsung	pembelajaran yang mengembangkan pengetahuan, kemampuan berpikir dan keterampilan menggunakan pengetahuan peserta didik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang dalam silabus dan RPP.
Pembelajaran tidak langsung	pembelajaran yang terjadi selama proses pembelajaran langsung yang dikondisikan menghasilkan dampak pengiring ( <i>nurturant effect</i> ).

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1 : Kisi-Kisi UN SMA/MA, SMTK, dan SMAK Tahun 2016/2017

Level Kognitif	Lingkup Materi			
	Keanekaragaman dan Ekologi	Sutruktur dan Fungsi Makhluk Hidup	Biomolekuler dan Bioteknologi	Genetika dan Evolusi
<b>Pengetahuan dan Pemahaman</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyebutkan</li> <li>• Menunjukkan</li> <li>• Menjelaskan</li> </ul>	Siswa dapat memahami dan menguasai: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ciri-ciri kelompok makhluk hidup dan perannya dalam kehidupan</li> <li>• tingkat keanekaragaman hayati (gen, jenis, ekosistem) di Indonesia</li> </ul>	Siswa dapat memahami dan menguasai: <ul style="list-style-type: none"> <li>• struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan tinggi</li> <li>• struktur dan fungsi jaringan pada manusia dan hewan vertebrata</li> <li>• sistem organ dan fungsinya</li> <li>• gangguan/penyakit pada sistem organ manusia</li> </ul>	Siswa dapat memahami dan menguasai: <ul style="list-style-type: none"> <li>• struktur, fungsi, susunan kimia sel</li> <li>• susunan RNA, Gen DNA, dan kromosom</li> <li>• metabolisme sel</li> <li>• bioteknolog</li> </ul>	Siswa dapat memahami dan menguasai: <ul style="list-style-type: none"> <li>• hukum-hukum Mendel</li> <li>• asal-usul kehidupan</li> <li>• mutasi gen dan kromosom</li> <li>• teori evolusi</li> </ul>
<b>Aplikasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengklasifikasikan</li> <li>• Menentukan</li> <li>• Mengurutkan</li> <li>• Meramalkan</li> <li>• Menghitung</li> <li>• Mengemukakan</li> </ul>	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pemecahan masalah biologi dengan kerja ilmiah</li> <li>• dasar-dasar pengelompokan makhluk hidup</li> <li>• daur hidup makhluk hidup (invertebrata dan tumbuhan tingkat rendah)</li> <li>• aliran energi dan daur materi pada ekosistem</li> <li>• dampak perubahan lingkungan dan tindakan perbaikannya</li> </ul>	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• mekanisme kerja sistem organ tubuh manusia</li> <li>• pengaruh gangguan/serangan penyakit pada mekanisme kerja organ</li> </ul>	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• transpor melalui membran</li> <li>• sifat enzim dan kinerjanya</li> <li>• mekanisme katabolisme dan anabolisme (karbohidrat, protein, lemak)</li> <li>• reproduksi sel</li> <li>• sintesis protein</li> <li>• dampak bioteknologi</li> </ul>	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• persilangan menurut hukum Mendel</li> <li>• penyimpangan semu hukum Mendel</li> <li>• hereditas pada manusia</li> <li>• petunjuk/bukti-bukti evolusi</li> </ul>
<b>Penalaran</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyimpulkan</li> <li>• Menganalisis</li> <li>• Merumuskan</li> </ul>	Siswa dapat menggunakan nalar dalam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pengelompokan</li> </ul>	Siswa dapat menggunakan nalar dalam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• data hasil uji</li> </ul>	Siswa dapat menggunakan nalar dalam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• percobaan</li> </ul>	Siswa dapat menggunakan nalar dalam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• penelusuran</li> </ul>

Level Kognitif	Lingkup Materi			
	Keanekaragaman dan Ekologi	Sutruktur dan Fungsi Makhluk Hidup	Biomolekuler dan Bioteknologi	Genetika dan Evolusi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menemukan</li> <li>• Mengintepretasikan</li> </ul>	makhluk hidup dari hasil pengamatan <ul style="list-style-type: none"> <li>• tindakan perbaikan dan pelestarian lingkungan</li> </ul>	laboratorium klinis percobaan faktor eksternal <ul style="list-style-type: none"> <li>• pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan</li> </ul>	transpor membran <ul style="list-style-type: none"> <li>• percobaan kinerja enzim</li> <li>• percobaan katabolisme dan anabolisme</li> <li>• percobaan bioteknologi</li> </ul>	hereditas manusia berdasarkan peta silsilah <ul style="list-style-type: none"> <li>• mekanisme evolusi</li> </ul>

LAMPIRAN 2 : -KISI-KISI SOAL

**KISI-KISI PENULISAN SOAL TES PRESTASI AKADEMIK**

**A. Kurikulum 2006**

Jenis Sekolah : SMA/MA

Mata Pelajaran : Biologi (Ilmu Pengetahuan Alam)

No. Urut	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Bahan Kelas	Materi	Indikator	Bentuk Soal
1						
2						
3						

**B. Kurikulum 2013**

C. Jenis Sekolah : SMA/MA

Mata Pelajaran : Biologi (Ilmu Pengetahuan Alam)

No. Urut	Kompetensi Dasar	Bahan Kelas	Materi	Indikator	Bentuk Soal
1					
2					
3					

LAMPIRAN 3 : KARTU SOAL

**KARTU SOAL NOMOR 1  
(PILIHAN GANDA)**

Mata Pelajaran : .....  
Kelas/Semester : .....  
Kurikulum : .....

Kompetensi Dasar	:
Materi	:
Indikator Soal	:
Level Kognitif	:

Soal:

Kunci/Pedoman Penskoran: C

**Keterangan:**

Soal ini termasuk soal HOTS karena

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

**KARTU SOAL NOMOR 1  
(URAIAN)**

Mata Pelajaran : .....  
Kelas/Semester : .....  
Kurikulum : .....

Kompetensi Dasar	:
Materi	:
Indikator Soal	:
Level Kognitif	:

Soal:

**PEDOMAN PENSKORAN**

No.	Uraian Jawaban/Kata Kunci	Skor
	Total Skor	

**Keterangan:**

Soal ini termasuk soal HOTS karena:

1. ....
2. ....

LAMPIRAN 4

**INSTRUMEN TELAAH SOAL HOTS  
BENTUK TES PILIHAN GANDA**

Nama Pengembang Soal : .....  
Mata Pelajaran : .....  
Kls/Prog/Peminatan : .....

No.	Aspek yang ditelaah	Butir Soal				
		1	2	3	4	5
<b>A. Materi</b>						
1.	Soal sesuai dengan indikator.					
2.	Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).					
3.	Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).					
4.	Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*					
5.	Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu.					
6.	Jawaban tersirat pada stimulus.					
7.	Pilihan jawaban homogen dan logis.					
8.	Setiap soal hanya ada satu jawaban yang benar.					
<b>B. Konstruksi</b>						
8.	Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas.					
9.	Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan saja.					
10.	Pokok soal tidak memberi petunjuk ke kunci jawaban.					
11.	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda.					
12.	Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.					
13.	Panjang pilihan jawaban relatif sama.					
14.	Pilihan jawaban tidak menggunakan pernyataan "semua jawaban di atas salah" atau "semua jawaban di atas benar" dan sejenisnya.					
15.	Pilihan jawaban yang berbentuk angka/waktu disusun berdasarkan urutan besar kecilnya angka atau kronologisnya.					
16.	Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.					
<b>C. Bahasa</b>						
17.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.					
18.	Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.					
19.	Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.					
20.	Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama, kecuali merupakan satu kesatuan pengertian.					

\*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

\*\*) Pada kolom nomor soal diisi tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....  
Penelaah  
.....  
NIP.

**INSTRUMEN TELAHAH SOAL *HOTS*  
BENTUK TES URAIAN**

Nama Pengembang Soal : .....

Mata Pelajaran : .....

Kls/Prog/Peminatan : .....

No.	Aspek yang ditelaah	Butir Soal				
		1	2	3	4	5
<b>A. Materi</b>						
1.	Soal sesuai dengan indikator (menuntut tes tertulis untuk bentuk Uraian).					
2.	Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).					
3.	Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).					
4.	Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*					
5.	Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu.					
6.	Jawaban tersirat pada stimulus.					
<b>B. Konstruksi</b>						
6.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata-kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban terurai.					
7.	Memuat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal.					
8.	Ada pedoman penskoran/rubrik sesuai dengan kriteria/kalimat yang mengandung kata kunci.					
9.	Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.					
10.	Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.					
<b>C. Bahasa</b>						
11.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.					
12.	Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.					
13.	Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.					

\*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

\*\*) Pada kolom nomor soal diisikan tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....  
Penelaah

.....  
NIP.



# MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN BIOLOGI SMA

TERINTEGRASI  
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI I

## BIOTEKNOLOGI

■ Savina Melia, M.Si.  
Any Suhaeny, M.Si.



Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN



# **MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN BIOLOGI  
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

**KELOMPOK KOMPETENSI I**

**BIOTEKNOLOGI SEDERHANA**

**Penulis:**

**Savina Melia, S.Si., M.Si.**

**Any Suhaeny, M.Si.**



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
TAHUN 2017

# **MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

## **MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

### **KELOMPOK KOMPETENSI I**

## **BIOTEKNOLOGI SEDERHANA**

Penanggung Jawab

***Dr. Sediono Abdullah***

Penulis

***Savina Melia, S.Si., M.Si.***

***Any Suhaeny, M.Si.***

***022-4231191 Sv.melia77@gmail.com***

***022-4231191 anysuhaeny@yahoo.com***

Penyunting

***Dr. Dedi Herawadi, M.Si.***

Penelaah

***Dr. Riandi, M.Si.***

***Dr. Mia Nurkanti, M.Kes.***

Penata Letak

***M. Asep Ferry Ginanjar***

Copyright ©2017

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan*

*Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)*

*Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan*

*Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

**Hak Cipta Dilindungi Undang-undang**

*Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

## KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta profil yang menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG pada tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2017 ini dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui tiga moda, yaitu: 1) Moda Tatap Muka, 2) Moda Daring Murni (*online*), dan 3) Moda Daring Kombinasi (kombinasi antara tatap muka dengan daring).



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal.

Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru moda tatap muka dan moda daring untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru. Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, Maret 2017  
Direktur Jenderal  
Guru dan Tenaga Kependidikan

**Sumarna Surapranata, Ph.D**  
NIP. 195908011985032001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) mata pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar mandiri, fleksibel dan pro-aktif, sesuai kondisi dan kebutuhan penguatan kompetensi yang ditetapkan dalam Standar Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang merupakan salah satu program PPPPTK IPA ini disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dibuat untuk masing-masing mata pelajaran yang dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Penyempurnaan modul ini telah dilakukan secara terpadu dengan mengintegrasikan penguatan pendidikan karakter dan kebutuhan penilaian



peserta didik di sekolah dan ujian yang berstandar nasional. Hasil dari integrasi tersebut telah dijabarkan dalam bagian-bagian modul yang terpadu, sesuai materi yang relevan.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.

Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email [p4tkipa@yahoo.com](mailto:p4tkipa@yahoo.com).

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara dan Staf PPPPTK IPA, Dosen dan Guru yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2017

Kepala PPPPTK IPA,

**Dr. Sediono, M.Si.**

NIP. 195909021983031002



## DAFTAR ISI

	Hal
<b>KATA SAMBUTAN</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR TABEL</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>PENDAHULUAN</b>	
	1
A. Latar belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	2
E. Cara Penggunaan Modul	3
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN</b>	
	9
<b>BIOTEKNOLOGI SEDERHANA</b>	9
A. Tujuan	10
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	10
C. Uraian Materi	10
D. Aktivitas Pembelajaran	27
E. Latihan/Kasus/Tugas	31
F. Rangkuman	34
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	34
<b>KUNCI JAWABAN</b>	35
<b>EVALUASI</b>	36
<b>PENUTUP</b>	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	42
<b>GLOSARIUM</b>	43
<b>LAMPIRAN</b>	



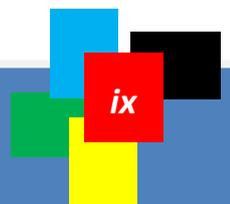
## DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1.	Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru	3
Tabel 2.	Daftar Lembar Kerja Modul Kelompok Kompetensi I	8



## DAFTAR GAMBAR

		Hal
<b>Gambar 1</b>	<b>Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka</b>	<b>4</b>
<b>Gambar 2</b>	<b>Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh</b>	<b>5</b>
<b>Gambar 1.1</b>	<b>Minuman Yoghurt</b>	<b>14</b>
<b>Gambar 1.2</b>	<b>Tempe</b>	<b>14</b>
<b>Gambar 1.3</b>	<b>Metode Kloning pada Domba Dolly</b>	<b>15</b>
<b>Gambar 1.4</b>	<b>Daun Kacang Non-Transgenik dan Transgenik yang Tahan Serangan Hama</b>	<b>20</b>
<b>Gambar 1.5</b>	<b>Proses inseminasi buatan</b>	<b>25</b>





# PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Guru saat ini menjadi sebuah profesi yang menuntut pelakunya untuk terus belajar dan mengembangkan diri. Tidak hanya menjadi tuntutan profesi, akan tetapi juga tuntutan dari peraturan menteri Pendidikan agar profesi guru menjalankan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan pada intinya merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Untuk membantu guru meningkatkan kompetensi profesional dan pedagogik disusun modul diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang terbagi atas 10 Kelompok Kompetensi (KK). Disamping peningkatan kemampuan pengetahuan dan keterampilan, diharapkan peserta mampu mengembangkan sikap Mandiri (profesional, kreatif, keberanian), Gotong royong (musyawarah mufakat dan tolong menolong), serta memiliki Integritas (Keteladanan, cinta kebenaran, dan tanggung jawab).

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang berjudul “Bioteknologi” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada Kelompok Kompetensi I (KK I). Modul ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan ajar dalam kegiatan diklat tatap muka langsung atau tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Selain terdapat pembahasan materi pedagogi di setiap modul, terdapat pula materi profesional yang membidik kompetensi profesional guru. Modul KK I bagi guru Biologi berisi beberapa materi bahasan standar kompetensi guru (SKG) yang telah ditetapkan didalam pemetaan Standar Kompetensi Guru Biologi. Materi profesional yang dibahas dalam modul ini yaitu Bioteknologi. Setiap materi diklat ini dikemas dalam suatu kegiatan pembelajaran yang meliputi: Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran,



Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut dan Kunci Jawaban. Pada setiap komponen modul yang dikembangkan ini telah diintegrasikan beberapa nilai karakter bangsa, baik secara eksplisit maupun implisit yang dapat diimplementasikan selama aktivitas pembelajaran dan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendukung pencapaian revolusi mental bangsa. Integrasi ini juga merupakan salah satu cara **perwujudan kompetensi sosial dan kepribadian guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007)** dalam bentuk modul. Selain itu, disediakan latihan soal dalam bentuk pilihan ganda yang berfungsi juga sebagai model untuk guru dalam mengembangkan soal-soal UN/USBN sesuai topik di daerahnya masing-masing.

Pada bagian pendahuluan modul diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru setelah mengikuti diklat, Peta Kompetensi yang harus dikuasai guru pada KK I, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan Evaluasi untuk mengetahui pemahaman profesional guru terhadap materi.

## B. Tujuan

Setelah mempelajari uraian materi yang ada dalam modul ini, diharapkan Anda dapat menguasai konsep Bioteknologi dan menjadi pembelajar sepanjang hayat serta mampu mengimplementasikannya dalam pembelajaran di kelas.

## C. Peta Kompetensi

Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran yang diharapkan setelah guru peserta diklat belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut:



**Tabel 1.** Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori biologi serta penerapannya secara fleksibel.	1. Menganalisis proses-proses dalam teknologi bioproses 2. Menganalisis proses-proses dalam teknologi bioremediasi 3. Menganalisis proses-proses dalam teknologi kultur jaringan
20.2. Memahami proses berpikir biologi dalam mempelajari proses dan gejala alam.	4. Menganalisis proses-proses dalam teknologi inseminasi buatan.

#### D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul KK I, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

#### E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat terdapat dua alur kegiatan pelaksanaan kegiatan, yaitu diklat tatap muka penuh dan kombinasi (*In-On-In*). Deskripsi kedua jenis diklat tatap muka ini terdapat pada penjelasan berikut.



## 1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh



**Gambar 2.** Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh

Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur pada suatu waktu yang di pandu oleh fasilitator. Tatap muka penuh dilaksanakan menggunakan alur pembelajaran yang dapat dilihat pada alur berikut ini.

### a. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari :

- 1) latar belakang yang memuat gambaran materi
- 2) tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi
- 3) kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul.
- 4) ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- 5) cara penggunaan modul

**b. Mengkaji materi diklat**

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

**c. Melakukan aktivitas pembelajaran**

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian **1. Diskusi Materi, 2. Praktik, 3. Penyusunan Soal UN/USBN** dan aktivitas mengisi soal **Latihan**. Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan, dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

**d. Presentasi dan Konfirmasi**

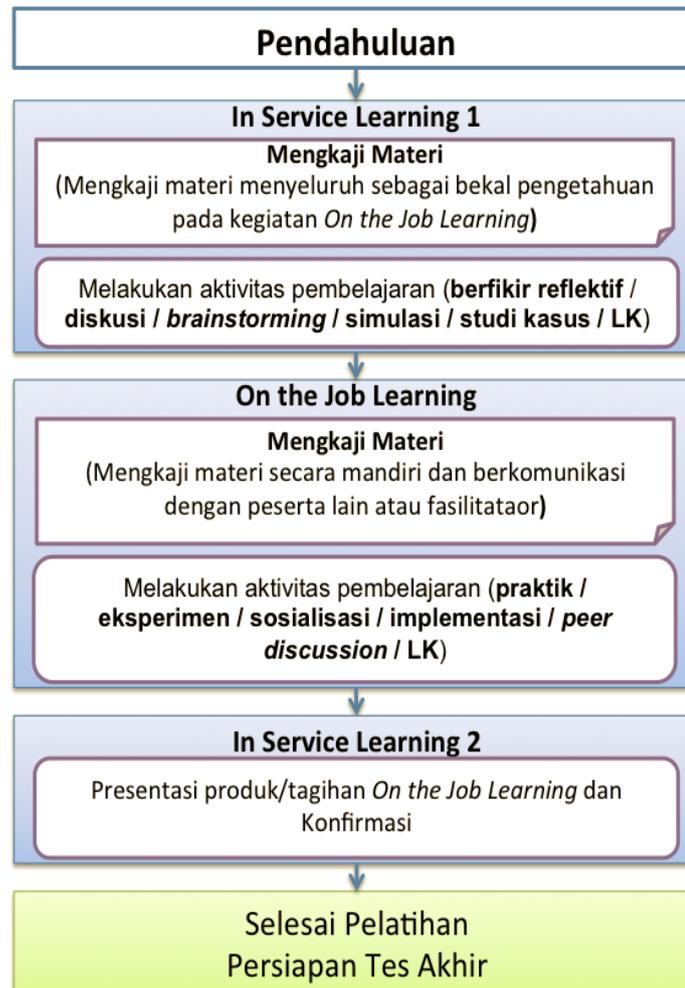
Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dibahas secara bersama-sama.

**e. Persiapan Tes Akhir**

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji merefleksikan penguasaan materi setelah mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran.

**2. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka**

Kegiatan diklat tatap muka (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur berikut ini.



**Gambar 3.** Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in)

Pada Kegiatan *in-1* peserta mempelajari uraian materi dan mengerjakan Aktivitas Pembelajaran bagian 1. **Diskusi Materi** di tempat diklat. Pada saat *on the job learning* peserta melakukan Aktivitas Pembelajaran bagian 2. **Praktik**, bagian 3. **Menyusun Soal UN/USBN**, dan mengisi **Latihan** secara mandiri di tempat kerja masing-masing. Pada Kegiatan *in-2*, peserta melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.

Modul ini dilengkapi dengan beberapa kegiatan pada Aktivitas Pembelajaran (BAB II, Bagian E) sebagai cara guru untuk mempelajari materi yang dipandu menggunakan Lembar Kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, beberapa LK dikerjakan pada *in-1* dan beberapa LK dikerjakan pada saat *on the job learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi



tagihan pada kegiatan *in-2*. Berikut ini daftar pengelompokan Lembar Kegiatan (LK) pada setiap tahap kegiatan tatap muka kombinasi.

**Tabel 2.** Daftar Lembar Kerja Modul Kelompok Kompetensi I

No	Kode Lembar Kerja	Nama Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	LK.I.01	Diskusi	IN
2.	LK.I.02	Pemanfaatan Mikroba pada Fermentasi Tempe	ON

# KEGIATAN PEMBELAJARAN

## BIOTEKNOLOGI

Bioteknologi adalah terapan biologi yang melibatkan disiplin ilmu mikrobiologi, biokimia, genetika, dan biologi molekuler. Definisi bioteknologi secara klasik atau konvensional adalah teknologi yang memanfaatkan agen hayati atau bagian-bagiannya untuk menghasilkan barang dan jasa dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan manusia. Sedangkan jika ditinjau secara modern, bioteknologi adalah pemanfaatan agen hayati atau bagian-bagian yang sudah direkayasa secara *in vitro* untuk menghasilkan barang dan jasa pada skala industri. Bioteknologi dikembangkan untuk meningkatkan nilai bahan mentah dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme atau bagian-bagiannya misalnya bakteri dan kapang. Selain itu bioteknologi juga memanfaatkan sel tumbuhan atau sel hewan yang dibiakkan sebagai bahan dasar sebagai proses industri. Penerapan bioteknologi pada umumnya mencakup produksi sel atau biomassa dan perubahan atau transformasi kimia yang diinginkan.

Transformasi kimia itu lebih lanjut dapat dibagi menjadi dua sub bagian, yakni: 1. Pembentukan suatu produk akhir yang diinginkan, contohnya enzim antibiotik, asam organik, dan steroid. 2. Penguraian bahan sisa produksi, contohnya buangan air limbah, destruksi buangan industri, atau tumpahan minyak. Dewasa ini, penerapan bioteknologi sangat penting di berbagai bidang, misalnya di bidang pengolahan bahan pangan, farmasi, kedokteran, pengolahan limbah dan pertambangan.

Karena menyangkut peranannya yang begitu luas dalam kehidupan sehari-hari, maka bioteknologi sangatlah penting untuk dipelajari di sekolah dan diharapkan dapat diterapkan dalam menunjang kehidupan sehari-hari.



## A. Tujuan

Setelah mempelajari uraian materi yang ada dalam modul ini, diharapkan Anda dapat menguasai konsep Bioteknologi dan menjadi pembelajar sepanjang hayat serta mampu mengimplementasikannya dalam pembelajaran di kelas.

## B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. Menganalisis proses-proses dalam teknologi bioproses
2. Menganalisis proses-proses dalam teknologi bioremediasi
3. Menganalisis proses-proses dalam teknologi kultur jaringan
4. Menganalisis proses-proses dalam teknologi inseminasi buatan.

## C. Uraian Materi

Bioteknologi adalah terapan biologi yang melibatkan disiplin ilmu mikrobiologi, biokimia, genetika, dan biologi molekuler. Definisi bioteknologi secara klasik atau konvensional adalah teknologi yang memanfaatkan agen hayati atau bagian-bagiannya untuk menghasilkan barang dan jasa dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan manusia. Sedangkan jika ditinjau secara modern, bioteknologi adalah pemanfaatan agen hayati atau bagian-bagian yang sudah direayasa secara *in vitro* untuk menghasilkan barang dan jasa pada skala industri. Bioteknologi dikembangkan untuk meningkatkan nilai bahan mentah dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme atau bagian-bagiannya misalnya bakteri dan kapang. Selain itu bioteknologi juga memanfaatkan sel tumbuhan atau sel hewan yang dibiakkan sebagai bahan dasar sebagai proses industri.

Penerapan bioteknologi pada umumnya mencakup produksi sel atau biomassa dan perubahan atau transformasi kimia yang diinginkan. Transformasi kimia itu lebih lanjut dapat dibagi menjadi dua sub bagian, yaitu:

1. Pembentukan suatu produk akhir yang diinginkan, contohnya enzim antibiotik, asam organik, dan steroid.



2. Penguraian bahan sisa produksi, contohnya buangan air limbah, destruksi buangan industri, atau tumpahan minyak.

Dewasa ini, penerapan bioteknologi sangat penting di berbagai bidang, misalnya di bidang pengolahan bahan pangan, farmasi, kedokteran, pengolahan limbah dan pertambangan. Karena menyangkut peranannya yang begitu luas dalam kehidupan sehari-hari, maka bioteknologi sangatlah penting untuk dipelajari di sekolah dan diharapkan dapat diterapkan dalam menunjang kehidupan sehari-hari.

### **Bioteknologi Konvensional**

Bioteknologi konvensional menerapkan biologi, biokimia, atau rekayasa masih dalam tingkat yang terbatas. Bioteknologi konvensional menggunakan jasad hidup secara utuh. Bioteknologi konvensional atau sederhana, sebagian besar didominasi oleh produk makanan.

Bioteknologi konvensional mencakup pemanfaatan organisme untuk menghasilkan barang dan jasa secara tradisional. Ciri utama dari bioteknologi konvensional adalah tidak adanya rekayasa genetik sehingga makhluk hidup yang terlibat dalam proses bioteknologi tersebut masih memiliki sifat alaminya. Jika pun ada, rekayasa yang dilakukan belum terarah dan hasilnya belum dapat dipastikan. Contohnya adalah pencarian bibit unggul tanaman melalui radiasi. Teknik mutasi yang dilakukan menghasilkan tanaman mutan dengan sifat yang berbeda-beda dan tidak dapat dipastikan. Barulah melalui proses penyortiran didapatkan tanaman dengan sifat unggul yang diinginkan.



Bioteknologi konvensional memiliki beberapa karakteristik antara lain sebagai berikut:

- a. Dikenal sejak awal peradaban manusia
- b. Menggunakan secara langsung hasil yang diproduksi organisme atau mikroorganisme berupa senyawa kimia atau bahan pangan tertentu yang bermanfaat bagi manusia
- c. Peralatan yang digunakan sederhana
- d. Pemanfaatan mikroorganisme terbatas
- e. Jumlah produk yang dihasilkan dalam jumlah sedikit
- f. Teknologi yang digunakan masih sederhana
- g. Tingkat sterilitas masih rendah.

Teknologi-teknologi yang mendasari bioteknologi konvensional, diantaranya yaitu:

### 1) Teknologi bioproses

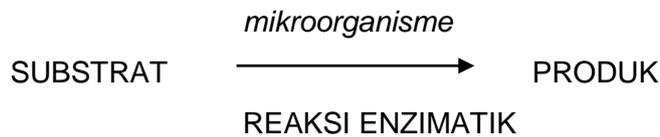
Teknologi bioproses adalah teknologi yang berkaitan dengan segala operasi dan proses yang memanfaatkan mikroorganisme, baik dalam fasa hidupnya maupun produk-produk enzimnya. Teknologi bioproses merupakan gabungan antara bioteknologi dan teknik kimia. Fermentasi memegang peranan penting dalam bioproses, karena merupakan kunci (proses utama) bagi produksi bahan-bahan yang berbasis biologis. Bahan-bahan yang dihasilkan melalui fermentasi merupakan hasil-hasil metabolit sel mikroba, misalnya antibiotik, asam-asam organik, aldehid, alkohol, *fusel oil*, dan sebagainya. Di samping hasil-hasil metabolit tersebut, fermentasi juga dapat diterapkan untuk menghasilkan biomassa sel mikroba seperti ragi roti (*baker yeast*) yang digunakan dalam pembuatan roti. Untuk menghasilkan tiap-tiap produk fermentasi di atas dibutuhkan kondisi fermentasi yang berbeda-beda dan jenis mikroba yang bervariasi juga karakteristiknya. Oleh karena itu, diperlukan keadaan lingkungan, substrat (media), serta perlakuan (*treatment*) yang sesuai sehingga produk yang dihasilkan optimal.

Istilah fermentasi pada mulanya digunakan untuk menunjukkan proses produksi energi dalam sel, seperti pengubahan glukosa menjadi alkohol yang berlangsung secara anaerob. Seiring dengan perkembangan teknologi, definisi fermentasi meluas menjadi semua proses yang melibatkan mikroorganisme untuk



menghasilkan suatu produk yang merupakan metabolit primer atau sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan.

Prinsip dasar fermentasi:



Contoh fermentasi :

- Air tebu  $\longrightarrow$  MSG  
*Corynebacterium glutamicum*
- Susu  $\longrightarrow$  keju  
*Penicillium camemberti / P. requeforti*
- Kacang  $\longrightarrow$  tauco  
*Aspergillus oryzae*
- Sampah organik  $\longrightarrow$  biogas (CH<sub>4</sub>/metana)  
*Methanobacter omeliaskii*

Dalam bidang pangan, fermentasi merupakan kegiatan mikrobial pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Contoh fermentasi di bidang pangan diantaranya adalah pembuatan:

- a) Tempe dengan mikroba *Rhizopus oryzae*
- b) Kecap dengan mikroba *Aspergillus wentii*
- c) Yoghurt dengan mikroba *Lactobacillus bulgaricus* & *Streptococcus thermophilus*
- d) Nata de coco dengan mikroba *Acetobacter xylinum*
- e) Bir dengan mikroba *Saccharomyces cerevisiae*
- f) Oncom dengan mikroba *Monilia sitophyla*



Gambar 1.1. Minuman yoghurt



Gambar 1.2. Tempe

Terdapat beberapa alasan manusia melakukan fermentasi terhadap bahan makanan, yakni sebagai berikut:

- (1) Pengawetan makanan
- (2) Meningkatkan kadar nutrisi bahan makanan
- (3) Diversifikasi makanan, rasa, aroma, dan tekstur
- (4) Penghilangan antinutrien (zat penghalang absorpsi nutrisi)
- (5) Mengurangi waktu memasak dan penggunaan bahan bakar.

Jenis fermentasi dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan bahan dan hasil yang dicapai dari fermentasi, yaitu fermentasi alkohol dan fermentasi asam.

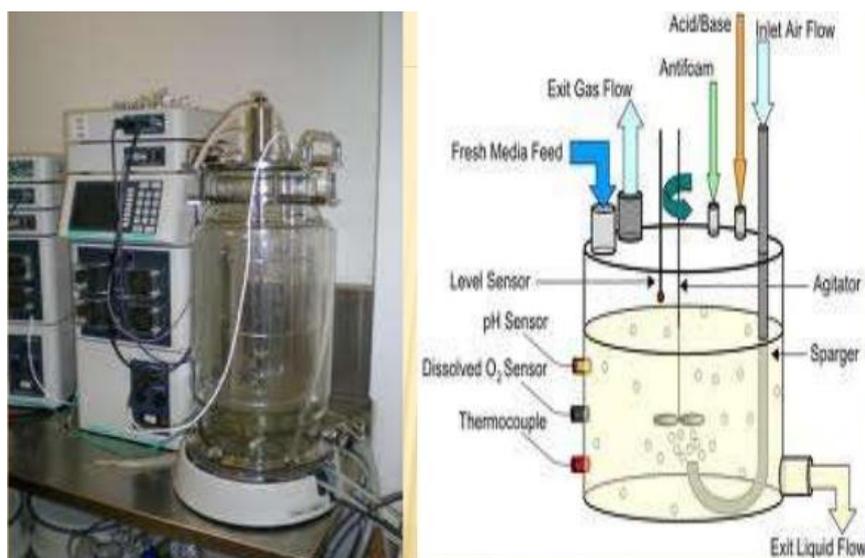
(a) Fermentasi alkohol

Beberapa organisme seperti khamir (*Saccharomyces cereviceae*) melakukan fermentasi alkohol. Mikroorganisme ini mengubah glukosa melalui fermentasi menjadi alkohol (etanol) dan karbon dioksida. Satu hal yang unik dari fermentasi alkohol yaitu pada kadar alkohol tertentu khamir akan mati keracunan oleh alkohol yang dihasilkannya.

(b) Fermentasi asam

Sama halnya dengan fermentasi alkohol, fermentasi asam dilakukan oleh mikroorganisme. Beberapa mikroorganisme seperti bakteri *Lactobacillus acidophilus* mampu mengubah glukosa menjadi asam laktat. Adapun bakteri seperti *Acetobacter aceti* mampu mengubah glukosa menjadi asam asetat (cuka).

Alat utama yang digunakan untuk proses fermentasi adalah bioreaktor atau biasa disebut Fermentor. Fermentor adalah Tangki atau wadah dimana di dalamnya seluruh sel (yaitu mikrobia) mengubah bahan dasar menjadi produk biokimia dengan atau tanpa produk sampingan. Fermentor Sering disebut dengan bioreaktor. Fermentor umumnya dilengkapi dengan pengaduk, saluran aerasi, dan perlengkapan lainnya. Fungsi utama fermentor adalah menyediakan kondisi lingkungan yang cocok bagi mikrobia agar dapat menghasilkan biomassa, enzim, metabolit dan sebagainya.



**Gambar 1.3** Fermentor/bioreaktor skala laboratorium (sumber: <http://www.slideshare.net/indirahayu/bioreaktor>)



Tahapan Proses Fermentasi:

- (1) Formulasi medium yang akan digunakan untuk menumbuhkan mikroorganisme, baik pada *enrichment* (pengkayaan) maupun pada proses produksi
- (2) Sterilisasi medium, fermentor dan perlengkapannya
- (3) Produksi kultur murni atau campuran yang cukup untuk menginokulasi pada tahap produksi
- (4) Optimasi produksi pada tahap fermentasi produk dengan kondisi optimum
- (5) Ekstraksi (pemanenan hasil) dan purifikasi atau pemurnian produk
- (6) Pembuangan *effluen* (limbah medium) yang dihasilkan selama produksi.

## 2) Teknologi bioremediasi

Bioremediasi berasal dari dua kata yaitu “bio” dan “remediasi” yang dapat diartikan sebagai proses dalam menyelesaikan masalah. Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi polutan di lingkungan. Saat bioremediasi terjadi, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun dengan mengubah struktur kimia polutan. Peristiwa ini disebut biotransformasi. Pada banyak kasus, biotransformasi berujung pada biodegradasi, saat polutan beracun terdegradasi, strukturnya menjadi tidak kompleks, dan akhirnya menjadi metabolit yang tidak berbahaya dan tidak beracun.

Sejak tahun 1900an, orang-orang sudah menggunakan mikroorganisme untuk mengolah air pada saluran air. Saat ini, bioremediasi telah berkembang pada perawatan limbah buangan yang berbahaya (senyawa-senyawa kimia yang sulit untuk didegradasi), yang biasanya dihubungkan dengan kegiatan industri. Yang termasuk dalam polutan-polutan ini antara lain logam-logam berat (merkuri, stronsium, kadmium), petroleum hidrokarbon, dan senyawa-senyawa organik terhalogenasi seperti pestisida, herbisida, CFC, dan lain-lain. Banyak aplikasi-aplikasi baru menggunakan mikroorganisme untuk mengurangi polutan yang sedang diujicobakan. Bidang bioremediasi saat ini telah didukung oleh pengetahuan yang lebih baik mengenai bagaimana polutan dapat didegradasi



oleh mikroorganisme, identifikasi jenis-jenis mikroba yang baru dan bermanfaat, dan kemampuan untuk meningkatkan bioremediasi melalui teknologi genetik. Teknologi genetika molekuler sangat penting untuk mengidentifikasi gen-gen yang mengkode enzim yang terkait pada bioremediasi. Karakterisasi dari gen-gen yang bersangkutan dapat meningkatkan pemahaman kita tentang bagaimana mikroba-mikroba memodifikasi polutan beracun menjadi tidak berbahaya.

Dalam penerapan bioremediasi, ada tiga tahap utama, yaitu:

a) Isolasi mikroba

Mikroba yang akan dijadikan agen bioremediasi harus diisolasi terlebih dahulu agar didapatkan mikroba spesifik dengan kemampuan yang telah diketahui.

b) Uji kemampuan mikroba

Setelah mikroba tersebut didapatkan, dilakukan uji kemampuan mikroba, apakah sudah sesuai dengan target atau belum. Setelah kemampuannya diketahui, dilakukan pula uji keamanan.

c) Uji keamanan

Uji kemampuan tanpa uji keamanan akan sangat berbahaya bagi lingkungan jika mikroba tersebut membahayakan. Mikroba yang telah diakui keamanannya contohnya *Pseudomonas putida* KT 2440 (Anonim, 2015).

Jenis-jenis bioremediasi adalah sebagai berikut:

(1) Biostimulasi

Nutrien dan oksigen, dalam bentuk cair atau gas, ditambahkan ke dalam air atau tanah yang tercemar untuk memperkuat pertumbuhan dan aktivitas bakteri remediasi yang telah ada di dalam air atau tanah tersebut.

(2) Bioaugmentasi

Mikroorganisme yang dapat membantu membersihkan kontaminan tertentu ditambahkan ke dalam air atau tanah yang tercemar. Cara ini yang paling sering digunakan dalam menghilangkan kontaminasi di suatu tempat. Namun ada beberapa hambatan yang ditemui ketika cara ini digunakan. Sangat sulit untuk mengontrol kondisi situs yang tercemar agar mikroorganisme dapat berkembang dengan optimal. Para ilmuwan belum sepenuhnya mengerti seluruh mekanisme yang terkait dalam



bioremediasi, dan mikroorganisme yang dilepaskan ke lingkungan yang asing kemungkinan sulit untuk beradaptasi.

(3) Bioremediasi Intrinsik

Bioremediasi jenis ini terjadi secara alami di dalam air atau tanah yang tercemar.

Strain atau jenis mikroba rekombinan yang diciptakan di laboratorium dapat lebih efisien dalam mengurangi polutan. Mikroorganisme rekombinan yang diciptakan dan pertama kali dipatenkan adalah bakteri "pemakan minyak". Bakteri ini dapat mengoksidasi senyawa hidrokarbon yang umumnya ditemukan pada minyak bumi. Bakteri tersebut tumbuh lebih cepat jika dibandingkan bakteri-bakteri jenis lain yang alami atau bukan yang diciptakan di laboratorium yang telah diujicobakan. Akan tetapi, penemuan tersebut belum berhasil dikomersialkan karena strain rekombinan ini hanya dapat mengurai komponen berbahaya dengan jumlah yang terbatas. Strain inipun belum mampu untuk mendegradasi komponen-komponen molekular yang lebih berat yang cenderung bertahan di lingkungan. Selain itu dibutuhkan pula penelitian pendekatan untuk mengetahui apakah aman saat mikroorganisme rekombinan itu dilepaskan ke lingkungan.

Untuk mengatasi air yang tercemar logam berat dapat digunakan ganggang, bakteri, dan jamur. Mikroba ini dapat mengakumulasi logam berat dengan mengabsorpsi logam ke dalam selnya. *Sacharomyces cerevisiae* dan jamur *Rhizophus arhirus* dapat menyerap uranium dari limbah cair. *Pseudomonas aeruginosa* yang biasa hidup pada tanah yang tercemar minyak bumi dan dapat mengakumulasi uranium sampai 56% berat kering sel.

Mikroba hasil seleksi telah mendapat perlakuan dan telah diseleksi yang telah mengalami perubahan fisiologis dan genetis, akan lebih efektif dan efisien dalam menguraikan senyawa pencemar. Mikroba ini biasanya dalam bentuk campuran beberapa spesies bakteri. Setelah diujicobakan di laboratorium, mikroba ini dapat langsung digunakan dengan menambah media pertumbuhan sehingga dapat meningkatkan proses penguraian bahan pencemar, misalnya untuk trikloroetilen digunakan bakteri *Pseudomonas cepacea*, untuk menguraikan pentaklorofenol dapat digunakan *Phanerochaeta chrysosporum* (Citroreksoko, 1996).



Penggunaan organisme hidup, biasanya bakteri, jamur, aktinomisetes, sianobakteri, dan tumbuhan untuk mereduksi atau mengeliminasi polutan yang bersifat racun disebut juga bioremediasi. Secara umum, bioremediasi bermanfaat terutama jika digunakan beberapa bakteri bersama-sama. Contohnya bakteri *Pseudomonas* dan *Actinomyces* mampu mengoksidasi fenol menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Genera *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Corynebacterium*, dan *Micrococcus* dapat menguraikan senyawa minyak bumi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Limbah dari industri kayu yang mengandung lignofosfat ± 60 % dan gula 36 % dan campuran bahan organik lainnya, seperti cairan sulfit dapat diuraikan oleh jamur *Paecilomyces varioti*. Limbah industri kayu ini dapat digunakan untuk pertumbuhan jamur *Candida utilis*, yang merupakan sumber protein sel tunggal. Jamur *Chaetomium cellolyticum* digunakan untuk menguraikan limbah selulosa menjadi protein sel tunggal untuk makanan ternak.

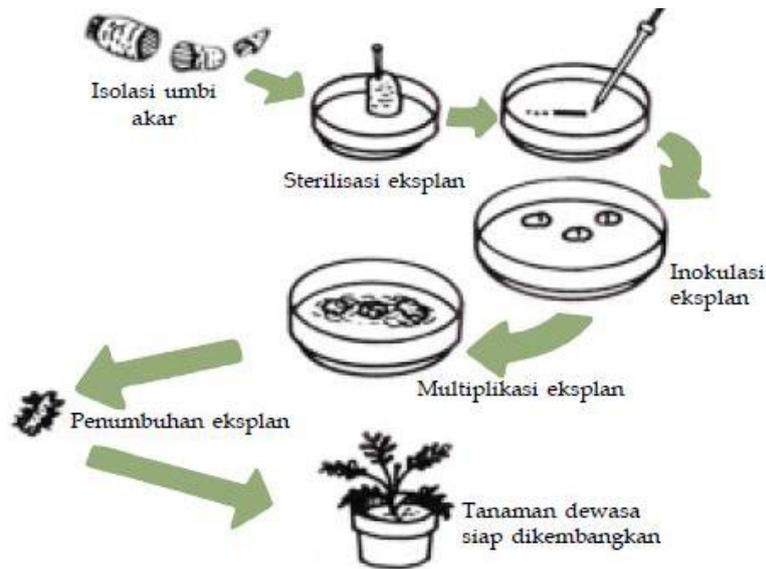
### 3) Teknologi kultur jaringan

Menurut Narayanaswamy (1994), kultur jaringan merupakan teknik dengan menggunakan bagian kecil dari organ tanaman atau sekelompok tanaman yang ditumbuhkan dalam suatu sistem yang terisolasi pada medium dengan nutrisi tertentu baik medium padat seperti agar atau dipelihara dalam suspensi cair. Medium tersebut memiliki kondisi bebas jamur dan bakteri serta kondisi lingkungan yang terkontrol baik temperatur maupun cahaya untuk waktu yang tidak terbatas.

Teori dasar kultur jaringan :

- a) Sel dari suatu organisme multiseluler di mana pun letaknya, sebenarnya sama dengan sel zigot karena berasal dari satu sel tersebut (setiap sel berasal dari satu sel).
- b) Teori totipotensi sel (*total genetic potential*), artinya setiap sel memiliki potensi genetik seperti zigot yaitu mampu memperbanyak diri dan berdiferensiasi menjadi tanaman lengkap.

Sel yang berasal dari spesies tanaman apapun dapat dibiakkan atau dikulturkan secara aseptik pada media hara. Kultur biasanya dimulai dengan menanamkan satu iris jaringan steril pada media hara yang dipadatkan dengan agar (gambar 1.4). Dalam waktu 2-3 minggu akan terbentuk kalus. Kalus merupakan kumpulan sel yang membelah secara terus menerus.



**Gambar 1.4** Langkah-langkah pembuatan kultur jaringan  
(sumber: Pedoman Pelaksanaan Teknik Kultur Jaringan, 2002)

Kalus semacam ini dapat disubkulturkan dengan memindahkan potongan kecil pada media agar yang segar. Jika diinginkan kultur suspensi sel, kalus dipindahkan pada media cair, dan wadahnya kemudian ditempatkan pada pada pengocok putar. Berangsur-angsur dalam waktu beberapa minggu dan dengan melakukan subkultur, akan didapat kultur suspensi sel. Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan kalus dan kultur suspensi sel amat beragam, dan tergantung pada jaringan eksplan (potongan jaringan yang akan ditanam) dan komposisi kultur.

Tahapan yang dilakukan dalam perbanyakan tanaman dengan teknik kultur jaringan adalah:

#### (1) Pembuatan media

Media merupakan faktor penentu dalam perbanyakan dengan kultur jaringan. Komposisi media yang digunakan tergantung dengan jenis tanaman yang akan diperbanyak. Media yang di gunakan biasanya terdiri dari garam mineral, vitamin, dan hormon. Selain itu di perlukan juga bahan tambahan seperti agar, gula, dan lain-lain. Zat pengatur tumbuh (hormon) yang ditambahkan juga bervariasi, baik jenisnya maupun jumlahnya, tergantung dengan tujuan dari kultur jaringan yang dilakukan. Media yang sudah jadi ditempatkan pada tabung reaksi atau botol-botol kaca. Media yang digunakan juga harus disterilkan dengan cara memanaskannya dengan autoklaf.



Ada dua penggolongan media tumbuh : media padat dan media cair. Media padat umumnya berupa padatan gel, seperti agar, dimana nutrisi dicampurkan pada agar. Media cair adalah nutrisi yang dilarutkan di air. Media cair dapat bersifat tenang atau dalam kondisi selalu bergerak, tergantung kebutuhan.

Keberhasilan dalam penggunaan metode kultur jaringan sangat tergantung pada media yang digunakan. Media kultur jaringan tanaman menyediakan tidak hanya unsur hara makro dan mikro, tetapi juga karbohidrat yang pada umumnya berupa gula untuk menggantikan karbon yang biasanya didapatkan dari atmosfer melalui fotosintesis.

Medium kultur terdiri dari:

- (a) Hara makro, yang digunakan pada semua media. Unsur hara makro merupakan unsur-unsur hara yang digunakan pada semua jenis media. Unsur-unsur hara yang disediakan dalam media didasarkan pada unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman di lapangan. Unsur-unsur hara tersebut diberikan dalam bentuk garam-garam anorganik berupa unsure N, P, K, Ca, Mg, dan S, sedangkan komposisi media dan perkembangannya didasarkan pada pendekatan masing-masing peneliti. Unsur-unsur dibutuhkan dalam jumlah yang relatif banyak.
- (b) Hara mikro hampir selalu digunakan. Garam-garam anorganik yang digunakan mengandung unsur-unsur seperti seng (Zn), mangan (Mn), tembaga (Cu), boron (B), molibdenum (Mo), silisium (Si), alumunium (Al), klor (Cl), kobal (Co), dan besi (Fe), dibutuhkan dalam jumlah yang relatif kecil. Unsur-unsur hara mikro berupa Fe, Mn, Zn, B, Cu, Co, dan Mo adalah komponen protein sel tanaman yang penting dalam proses metabolisme dan proses fisiologi lainnya. Selain unsur-unsur tersebut, unsur Al dan Ni kadang-kadang ditambahkan pada formulasi media tetapi belum terdapat bukti-bukti yang cukup bahwa unsur-unsur tersebut terlibat dalam metabolisme penting dalam sel. Unsur Iodin juga merupakan unsur yang tidak diketahui kontribusinya dalam kultur jaringan, tetapi 65% dari komposisi media yang dikembangkan menambahkan unsur ini (Winata, 1987).
- (c) Gula, karena bahan tanaman yang digunakan dalam kultur jaringan merupakan bagian kecil dari tanaman dan tidak merupakan suatu sistem yang lengkap maka diperlukan karbohidrat untuk mendukung pertumbuhan yang optimal. Karbohidrat terutama gula, merupakan komponen yang selalu



ada dalam media tumbuh, kecuali dalam media untuk tujuan yang sangat spesifik.

(d) Asam amino dan nitrogen organik.

Vitamin yang paling sering digunakan dalam media kultur jaringan adalah tiamin (vitamin B1), asam nikotinat (niasin), dan piridoksin (vitamin B6). Vitamin berperan sebagai katalis dalam proses metabolisme sel (Narayanawamy, 1994). Agen pematat yang paling banyak digunakan adalah agar.

(e) Persenyawaan-persenyawaan kompleks alamiah seperti: air kelapa, ekstrak ragi, jus tomat, ekstrak kentang dan sebagainya. Bufer terutama bufer organik.

(f) Arang aktif, sering dipergunakan untuk menstimulir pertumbuhan akar.

(g) Zat pengatur tumbuh, terutama auksin dan sitokinin. Zat pengatur tumbuh mempunyai peranan dalam pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman.

(h) Bahan pematat, untuk membuat media padat biasa digunakan agar.

Selain pemilihan media yang cocok, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yang sangat mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan yaitu :

(i) pH media

Fungsi membran sel dan pH dari sitoplasma sangat dipengaruhi oleh pH media. Sel-sel tanaman membutuhkan pH yang sedikit asam berkisar antara 5,5 – 5,8. Pengaturan pH biasanya dilakukan dengan natrium hidroksida atau asam klorida pada waktu semua komponen sudah dicampur, beberapa saat sebelum disterilkan.

(ii) Kondisi ruang kultur

Ruang kultur sebaiknya memiliki fasilitas penyiaran, temperatur, dan sirkulasi udara yang memadai untuk menjamin pertumbuhan dan perkembangan kultur yang ditanam secara *in vitro*. Faktor-faktor seperti perubahan suhu pada siang dan malam hari, intensitas cahaya, kualitas cahaya (keseimbangan pancaran sinar) dan periode penyiaran (panjang waktu penyiaran setiap hari) merupakan masalah pada tiap-tiap tahap dan spesies, masing-masing menuntut kebutuhan optimal yang berbeda.



## (2) Inisiasi

Inisiasi adalah pengambilan eksplan dari bagian tanaman yang akan dikulturkan. Bagian tanaman yang sering digunakan untuk kegiatan kultur jaringan adalah tunas.

Ada beberapa tipe jaringan yang di gunakan sebagai eksplan dalam pengerjaan kultur jaringan. Pertama adalah jaringan muda yang belum mengalami diferensiasi dan masih aktif membelah (meristematik) sehingga memiliki kemampuan regenerasi yang tinggi. Jaringan tipe pertama ini bisa ditemukan pada tunas apikal, tunas aksiler, bagian tepi daun, ujung akar, maupun kambium batang. Tipe jaringan kedua adalah jaringan parenkima, yaitu jaringan penyusun tanaman muda yang sudah mengalami diferensiasi dan menjalankan fungsinya. Contoh jaringan tersebut adalah jaringan daun yang sudah berfotosintesis dan jaringan batang atau akar yang berfungsi sebagai tempat cadangan makanan.

## (3) Sterilisasi

Sterilisasi adalah bahwa segala kegiatan dalam kultur jaringan harus dilakukan di tempat yang steril dan menggunakan alat-alat yang juga steril. Sterilisasi juga dilakukan terhadap peralatan. Teknisi yang melakukan kultur jaringan juga harus steril. Medium dan peralatan disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit. Teknik sterilisasi lainnya adalah dengan menggunakan sterilisasi filter untuk bahan-bahan yang tidak tahan terhadap panas seperti hormon sitokinin. Untuk transfer aseptik bisa dilakukan sesuai dengan standar teknik yaitu menggunakan api, dan akan lebih mudah jika melakukan transfer di dalam suatu ruang seperti laminar atau entkas. Untuk sterilisasi jaringan dilakukan dengan menggunakan prosedur sterilisasi permukaan khusus, dan biasanya menggunakan bahan-bahan kimia seperti alkohol dan *chlorox*. Dalam melakukan sterilisasi jaringan, hal yang harus diperhatikan adalah konsentrasi bahan kimia yang digunakan jangan sampai mematikan jaringan/eksplan.

## (4) Multiplikasi

Multiplikasi adalah kegiatan memperbanyak calon tanaman dengan menanam eksplan pada media. Kegiatan ini dilakukan di laminar flow untuk menghindari adanya kontaminasi yang menyebabkan gagalnya pertumbuhan eksplan.



Tabung reaksi yang telah ditanami eksplan diletakkan pada rak-rak dan ditempatkan di tempat yang steril dengan suhu kamar.

#### (5) Pengakaran

Pengakaran adalah fase dimana eksplan akan menunjukkan adanya pertumbuhan akar yang menandai bahwa proses kultur jaringan yang dilakukan mulai berjalan dengan baik. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk melihat pertumbuhan dan perkembangan akar serta untuk melihat adanya kontaminasi oleh bakteri ataupun jamur. Eksplan yang terkontaminasi akan menunjukkan gejala seperti berwarna putih atau biru (disebabkan oleh jamur) atau busuk (disebabkan bakteri).

#### (6) Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah kegiatan memindahkan eksplan keluar dari ruangan aseptik ke bedeng. Pemindahan dilakukan secara hati-hati dan bertahap, yaitu dengan memberikan sungkup. Sungkup digunakan untuk melindungi bibit dari udara luar dan serangan hama penyakit karena bibit hasil kultur jaringan sangat rentan terhadap serangan hama penyakit dan udara luar. Setelah bibit mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya maka secara bertahap sungkup dilepaskan dan pemeliharaan bibit dilakukan dengan cara yang sama dengan pemeliharaan bibit generatif.

Keuntungan Kultur Jaringan

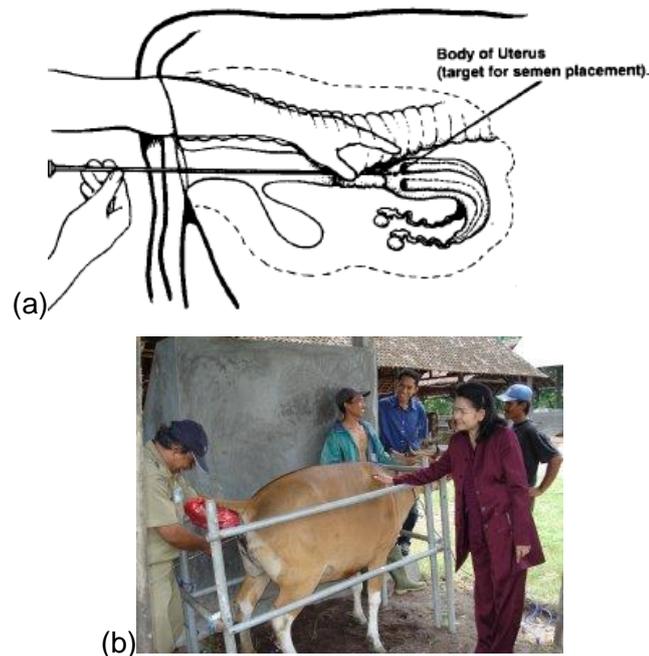
- (a) Pengadaan bibit tidak tergantung musim
- (b) Bibit dapat diproduksi dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif lebih cepat (dari satu mata tunas yang sudah respon dalam 1 tahun dapat dihasilkan minimal 10.000 planlet/bibit)
- (c) Bibit yang dihasilkan seragam
- (d) Bibit yang dihasilkan bebas penyakit (menggunakan organ tertentu)
- (e) Biaya pengangkutan bibit relatif lebih murah dan mudah
- (f) Dalam proses pembibitan bebas dari gangguan hama, penyakit, dan deraan lingkungan lainnya
- (g) Dapat diperoleh sifat-sifat yang dikehendaki
- (h) Metabolit sekunder tanaman segera didapat tanpa perlu menunggu tanaman dewasa.

Kelemahan Kultur Jaringan

- (i) Diperlukan biaya awal yang relatif tinggi
- (ii) Hanya mampu dilakukan oleh orang-orang tertentu, karena memerlukan keahlian khusus
- (iii) Bibit hasil kultur jaringan memerlukan proses aklimatisasi, karena terbiasa dalam kondisi lembap dan aseptik.

#### 4) Teknologi Inseminasi buatan

Inseminasi buatan atau kawin suntik merupakan proses rekayasa inseminasi alamiah dengan bantuan teknologi. Teknologi yang digunakan adalah dengan memasukkan mani (sperma atau semen) yang telah dicairkan dan telah diproses terlebih dahulu yang berasal dari ternak jantan ke dalam saluran alat kelamin betina dengan menggunakan metode dan alat khusus yang disebut *insemination gun*. Perhatikan Gambar 1.5.



**Gambar 1.5** (a) dan (b) Proses inseminasi buatan  
(Sumber: [mybioma.files.wordpress.com](http://mybioma.files.wordpress.com); [www.thebeefsite.com](http://www.thebeefsite.com).)

Proses IB secara luas mencakup penampungan semen, pengenceran dan pengawetan semen, sampai pada deposisi semen ke dalam saluran reproduksi betina (Ax et al., 2000).



Terdapat beberapa tujuan inseminasi buatan, yaitu:

- a) Memperbaiki mutu genetik ternak;
- b) Tidak mengharuskan pejantan unggul untuk dibawa ke tempat yang dibutuhkan sehingga mengurangi biaya;
- c) Mengoptimalkan penggunaan bibit pejantan unggul secara lebih luas dalam jangka waktu yang lebih lama;
- d) Meningkatkan angka kelahiran dengan cepat dan teratur;
- e) Mencegah penularan / penyebaran penyakit kelamin.

Inseminasi buatan memiliki beberapa keuntungan dibandingkan kopulasi secara alami, diantaranya:

- (1) Menghemat biaya pemeliharaan ternak jantan;
- (2) Dapat mengatur jarak kelahiran ternak dengan baik;
- (3) Mencegah terjadinya kawin sedarah pada sapi betina (*inbreeding*);
- (4) Dengan peralatan dan teknologi yang baik sperma dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama;
- (5) Semen beku masih dapat dipakai untuk beberapa tahun kemudian walaupun pejantan telah mati;
- (6) Menghindari kecelakaan yang sering terjadi pada saat perkawinan karena fisik pejantan terlalu besar;
- (7) Menghindari ternak dari penularan penyakit terutama penyakit yang ditularkan dengan hubungan kelamin.

Proses inseminasi buatan ini pada akhirnya dapat meningkatkan produksi peternakan. Hal ini dikarenakan adanya efisiensi perkawinan dan seleksi keturunan sehingga produksi ternak dapat optimal.

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan, inseminasi buatan kini tidak terbatas hanya pada hewan. Pada manusia pun, inseminasi buatan dapat dilakukan. Hal ini dilakukan jika pasangan suami istri sulit mendapatkan keturunan dan terdapat hal-hal sebagai berikut:

- (a) Istri memiliki alergi sperma
- (b) Suami memiliki jumlah sperma sedikit atau kurang gesit
- (c) Sebab-sebab lain yang tidak dapat diketahui



#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

Setelah mengkaji materi tentang Bioteknologi, anda dapat mencoba melakukan kegiatan sesuai lembar kegiatan. Kegiatan pembelajaran terdiri dari 3 kegiatan yaitu kegiatan diskusi (LK I1.01), kegiatan eksperimen (LK I1.02). Untuk LK I1.01 dilakukan pada saat tatap muka/diklat, sedangkan untuk LK I1.02 dilakukan secara mandiri di tempat kerja masing-masing.

Khusus untuk kegiatan praktikum lakukan dengan disiplin dan ikuti aturan bekerja di laboratorium. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah. Setelah selesai, Anda dapat merancang kembali disesuaikan dengan kondisi sekolah Anda. Untuk materi Bioteknologi anda dapat merancang kegiatan non eksperimen secara kreatif kemudian lakukan uji coba rancangan.



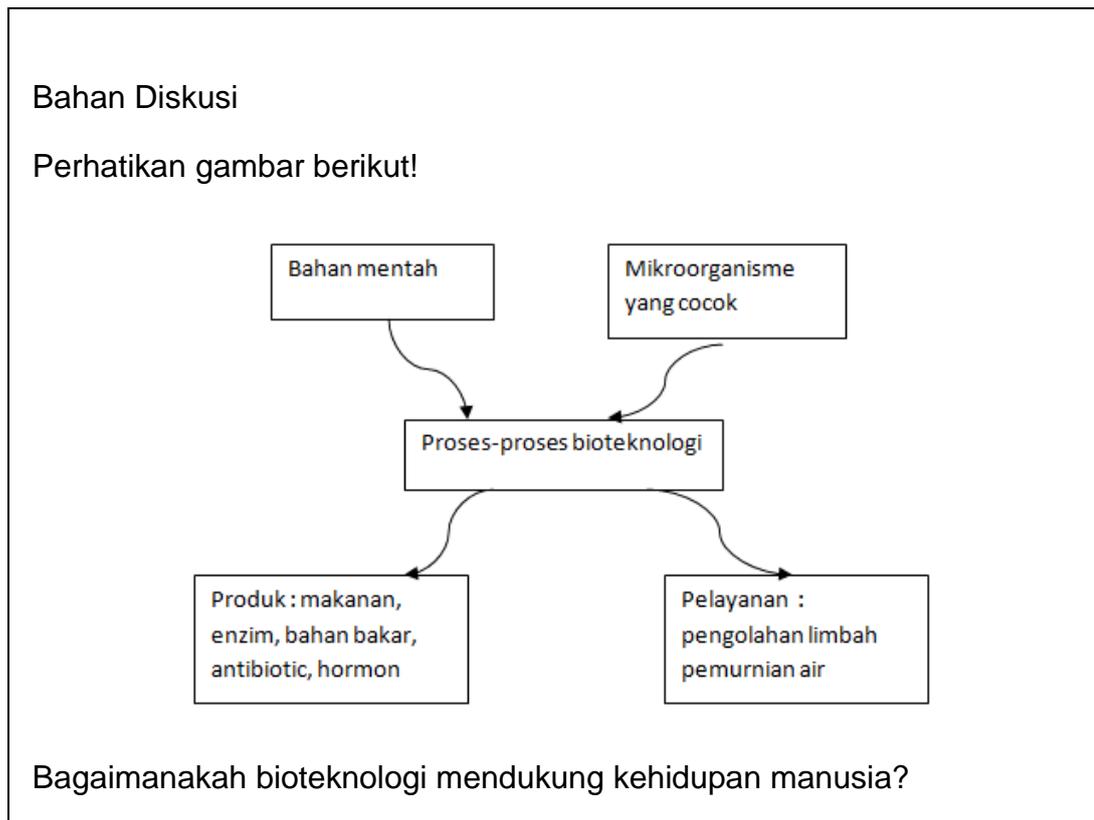
## LK I1.01 Diskusi

### Tujuan

Untuk mengkaji topik Bioteknologi melalui diskusi kelompok.

### Cara Kerja:

1. Perhatikan bahan diskusi berikut ini!



2. Setelah berdiskusi dalam kelompok, uraikan jawaban anda dengan dalam bentuk tulisan.
3. Setelah melakukan kegiatan di atas, anda diminta untuk membuat jurnal belajar yang mendeskripsikan pelajaran penting apa, permasalahan yang mengemuka, dan solusi yang diperoleh



## LK 11.02 PEMANFAATAN MIKROBA PADA FERMENTASI TEMPE

Pada eksperimen ini Anda akan membuktikan pemanfaatan mikroorganisme pada fermentasi tempe.

### Alat dan Bahan

Alat-alat	Bahan
Mikroskop	Kaca objek + kaca penutup
Pipet tetes	Tusuk gigi
	Alkohol 70%
	Akuades atau air
	Tempe
	Tisu

### Langkah kegiatan

1. Siapkan tempe yang masih baru. Siapkan pula tempe sudah disimpan 1-2 hari sebelum pengamatan, sehingga diperoleh tempe dengan jamur yang banyak dan berwarna kehitaman .
2. Ambil sedikit bagian benang-benang halus (hifa jamur) pada tempe dengan tusuk gigi, lalu letakkan di atas kaca objek yang telah dibersihkan dengan alkohol sebelumnya.
3. Tetesi bagian tersebut dengan air dan tutup secara hati-hati dengan kaca penutup.
4. Amatilah di bawah mikroskop. Cermati perbedaan antara struktur jamur pada tempe yang masih baru, dibandingkan dengan jamur pada tempe yang sudah disimpan dua hari.



5. Gambar hasil pengamatan Anda.

### Bahan Diskusi

a. Sebutkan fungsi dari mikroorganisme yang ada pada ragi tempe

---

---

---

b. Jelaskan teknologi yang mendasari pembuatan tempe.

---

---

---

---

c. Tuliskan kesimpulan Anda tentang percobaan ini.

---

---

---



## E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Mengerjakan Soal
  1. Berikut ini alasan paling tepat kenapa tercium bau asam pada produk fermentasi alcohol setelah diberi udara oksigen ...
    - A. Alkohol bersifat asam
    - B. Alkohol bereaksi dengan O<sub>2</sub> membentuk CH<sub>3</sub>COONa
    - C. Alkohol bereaksi dengan O<sub>2</sub> membentuk asam asetat
    - D. Alkohol bereaksi dengan O<sub>2</sub> membentuk HCl
  2. Tahapan penanaman eksplan yang sudah steril ke dalam atau diatas medium buatan pada botol kultur adalah...
    - A. Aklimatisasi
    - B. Pemeliharaan
    - C. Inisiasi
    - D. Inokulasi
  3. Proses manakah yang terjadi di dalam bejana fermentasi sehingga terbentuk zat antibiotik penisilin?
    - A. Terjadinya reaksi kimia antara zat makanan dan jamur *Penicillium* sehingga terbentuk zat penisilin.
    - B. Zat antibiotic penisilin perlu ditambahkan dalam bejana sehingga dapat merangsang jamur untuk memproduksi antibiotic.
    - C. Jamur *Penicillium* tumbuh subur dalam bejana fermentasi sehingga dapat menghasilkan penisilin
    - D. Bakteri – bakteri tertentu tumbuh subur dalam bejana fermentasi sehingga menghasilkan penisilin
  4. Bioteknologi menerapkan prinsip-prinsip Ilmu pengetahuan dan rekayasa untuk penanganan dan pengolahan bahan. Prinsip dasar bioteknologi konvensional adalah...
    - A. rekayasa genetika dan bantuan mikroorganisme
    - B. fermentasi dan bantuan mikriorganisme
    - C. manipulasi DNA dan bantuan mikroba
    - D. fermentasi dan rekayasa genetika
  5. Dalam pembuatan oncom digunakan jamur *Neurospora sitophila* yang berperan untuk ...



- A. mengeluarkan asam laktat dari ampas kedelai
  - B. mengubah protein kompleks kacang kedelai menjadi protein sederhana
  - C. mengubah kacang kedelai hitam menjadi air dengan bantuan fermentasi garam
  - D. mengeluarkan enzim yang aktif menguraikan ampas kacang kedelai
7. Ada tiga tahap utama dalam penerapan bioremediasi. Yang tidak termasuk tahapan dalam penerapan bioremediasi adalah ....
- A. isolasi mikroba
  - B. uji keamanan mikroba
  - C. uji kemampuan mikroba
  - D. pemilihan mikroba
8. Bila bahan medium kultur jaringan yang akan dibuat masih mempunyai pH 4.5, maka harus..
- A. diberi tetesan MgCl
  - B. Diberi tetesan NaOH
  - C. diberi tetesan buffer 7
  - D. diberi tetesan HCl
9. Yang termasuk manfaat inseminasi buatan **kecuali**...
- A. Menentukan jenis kelamin bakal embrio sapi
  - B. Efisiensi waktu
  - C. Efisiensi biaya
  - D. Memperbaiki kualitas sapi
10. Kegiatan penambangan tembaga dan emas mempunyai potensi untuk mencemari lingkungan karena menghasilkan limbah logam berat beracun yang digunakan untuk memisahkan kedua logam dari bijinya. Peran bioteknologi yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan teknik biometalurgi yang memanfaatkan mikroba ...
- A. *Methanobacterium*
  - B. *Thiobacillus ferrooxidans*
  - C. *Bacillus thuringiensis*
  - D. *Clostridium botulinum*.



## 2. Pengembangan Soal

### Tujuan

1. Untuk meningkatkan kemampuan mengembangkan soal
2. Untuk menghasilkan kumpulan

### Prosedur Kerja

1. Bacalah bahan bacaan berupa Modul Pengembangan Penilaian di Modul G Kelompok Kompetensi Pedagogi.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang tertera pada lampiran 1.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format (lihat lampiran 1a dan 1b)
4. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini berdasarkan format yang sudah disediakan (lihat lampiran 3).
5. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTS.
6. Kembangkan soal Pilihan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
7. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.



## F. Rangkuman

Secara umum, bioteknologi terbagi menjadi dua kelompok, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional mencakup pemanfaatan organisme untuk menghasilkan barang dan jasa secara tradisional. Ciri utama dari bioteknologi konvensional adalah tidak adanya rekayasa genetik sehingga makhluk hidup yang terlibat dalam proses bioteknologi tersebut masih memiliki sifat alaminya. Jika pun ada, rekayasa yang dilakukan belum terarah dan hasilnya belum dapat dipastikan. Bioteknologi konvensional atau sederhana, sebagian besar didominasi oleh produk makanan. Contoh produk bioteknologi konvensional diantaranya: tempe, tauco, kecap, oncom, yoghurt, keju, mentega, dan asinan.

Beberapa teknologi yang mendasari bioteknologi konvensional, diantaranya: teknologi bioproses, bioremediasi, kultur jaringan, dan teknologi inseminasi buatan.

## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 85%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran ini.

# KUNCI JAWABAN

## KUNCI JAWABAN PEMBELAJARAN: BIOTEKNOLOGI SEDERHANA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	A	C	B	D	D	D	B	A	B

## EVALUASI

1. Alasan penggunaan mikroorganisme dalam bioteknologi adalah sebagai berikut, kecuali....
  - A. tidak membutuhkan keahlian khusus
  - B. mudah dibiakkan
  - C. tidak bergantung iklim dan cuaca
  - D. memproses bahan baku cepat
2. Mengapa hingga kini proses dan produk bioteknologi konvensional masih tetap digunakan?
  - A. biayanya murah
  - B. memerlukan alat yang mahal
  - C. memerlukan keahlian khusus
  - D. produk yang dihasilkan lebih terarah
3. Ciri khusus dari bioteknologi modern adalah....
  - A. tekniknya baru ditemukan
  - B. memerlukan alat yang mahal
  - C. adanya rekayasa genetika
  - D. agen biologi yang digunakan bersifat alami
4. Manakah diantara pilihan di bawah ini yang bukan termasuk ke dalam produk bioteknologi?
  - A. oncom
  - B. kecap
  - C. roti
  - D. dodol
5. Teknik kultur jaringan diterapkan dengan mengacu sifat tanaman, yaitu ...
  - A. totipotensi



- B. evaporasi
  - C. fotosintesis
  - D. berklorofil
6. Hubungan yang paling tepat antara bahan makanan, jenis mikroorganisme, dan produk yang dihasilkan dalam penerapan bioteknologi pengembangan bahan pangan terdapat pada nomor ...

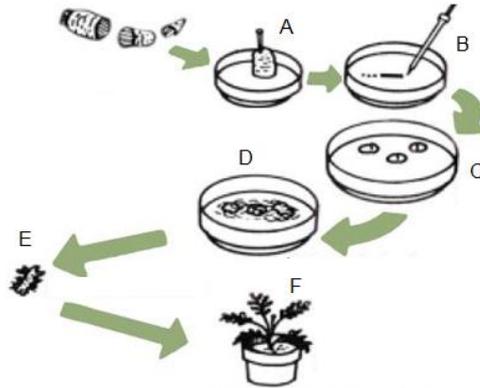
Bahan	Diproses oleh Mikroorganisme	Menjadi
A. Kedelai	<i>Aspergillus wentii</i>	Tempe
B. Air kelapa	<i>Acetobacter xylinum</i>	Nata de coco
C. Kedelai	<i>Rhizopus oligosporus</i>	Kecap
D. Ubi	<i>Saccharomyces elipsoides</i>	Anggur/Wine

7. Salah satu manfaat inseminasi buatan adalah mempertinggi penggunaan pejantan-pejantan unggul. Hal ini karena ...
- A. semen beku dari pejantan-pejantan unggul dapat menginseminasi sapi betina lebih banyak
  - B. seleksi pejantan unggul untuk IB sangat ketat.
  - C. produksi semen pejantan unggul lebih banyak.
  - D. kualitas semen pejantan unggul lebih baik.
8. Mikroorganisme yang terlibat dalam proses pembuatan tempe adalah ...
- A. jamur
  - B. bakteri
  - C. khamir
  - D. alga
9. Implikasi bioteknologi bagi kehidupan manusia umumnya bermanfaat dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Tetapi dampak negatif yang mungkin timbul adalah hilangnya plasma nutfah yang akan menyebabkan ...
- A. punahnya organisme langka
  - B. keanekaragaman hayati menurun



- C. berkurangnya bibit unggul
- D. hilangnya daya dukung lingkungan

10. Perhatikan gambar berikut.



Tahapan yang menunjukkan tahapan inokulasi eksplan dan penumbuhan eksplan adalah ...

- A. A, C
  - B. B, D
  - C. C, E
  - D. C, F
11. Bahan yang digunakan untuk menyimpan semen secara praktis sehingga semen tahan hidup lebih lama dan fertilitasnya tetap tinggi adalah
- A. Dry ice
  - B. gliserol
  - C. nitrogen
  - D. alkohol
12. Pembuatan gas bio/gas metan melibatkan bakteri ....
- A. *Bacillus thuringensis*
  - B. *Thiobacillus ferrooxidans*
  - C. *Clostridium pasteurianum*
  - D. *Metanobacterium omeliaski*
13. Pembuatan oncom memerlukan jamur jenis ....
- A. *Aspergillus wentii*
  - B. *Auricularia auriformis*
  - C. *Rhizopus oryzae*



- D. *Neurospora sitophila*
14. Pemanfaatan sifat totipotensi pada tumbuhan adalah untuk memperoleh.....
- A. anakan yang unggul dalam jumlah besar dan cepat.
  - B. anakan seragam dalam jumlah besar dan cepat
  - C. anakan yang diperlukan untuk hibridisasi
  - D. anakan yang sifatnya lebih baik dari induknya.
15. Berikut ini adalah tahap dari kultur jaringan
- (1) perbanyakkan planlet
  - (2) pembentukan kalus sel
  - (3) aklimatisasi tanaman baru di tanah
  - (4) penumbuhan jaringan baru pada medium
- Urutan tahapan yang benar adalah....
- A. 1-2-3-4
  - B. 2-3-1-4
  - C. 3-2-4-1
  - D. 4-2-1-3
16. Pada media pertumbuhan mikroorganisme sering ditambahkan komponen agar-agar. Pernyataan yang tepat untuk konteks agar-agar adalah....
- A. terdiri atas senyawa polisakarida
  - B. sumber energi bagi mikroorganisme
  - C. mengeras pada suhu ruang
  - D. sebagai pengganti gelatin.
17. Hal – hal yang dapat dilakukan untuk dapat mengoptimalkan proses bioremediasi kecuali...
- A. menambahkan nutrisi
  - B. menambahkan air kapur
  - C. menambah surfaktan
  - D. menambah enzim
18. Pada bioremediasi, proses untuk mendapatkan mikroba yang spesifik dengan kemampuan tertentu merupakan proses pada tahap...
- A. Uji keamanan mikroba



- B. Uji kemampuan mikroba
  - C. Isolasi mikroba
  - D. Uji karakteristik mikroba
19. *Thiobacillus ferrooxidans* adalah bakteri yang sangat menguntungkan dalam bidang pertambangan karena ....
- A. mampu memecah limbah pertambangan
  - B. menekan limbah hasil sampingan dari proses penambangan
  - C. mempercepat terbentuknya bahan tambang
  - D. mampu mengekstrak logam dari bijih logam
20. Mikroorganisme dapat digunakan sebagai organism pengurai yang berperan dalam pengelolaan limbah . Pernyataan di bawah ini yang paling benar berkaitan dengan peran mikroorganisme tersebut adalah ....
- A. Bakteri khemolitotrop dapat membebaskan tembaga dari bijihnya
  - B. Bakteri Methanobacterium dapat mengubah sampah organik dari kotoran hewan menjadi gas
  - C. Bakteri Rhizobium dapat meningkatkan hasil panen kacang kedelai
  - D. Turunan bakteri Azotobacter mengubah limbah pestisida yang berlebihan di alam

## PENUTUP

Modul Profesional Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Mata Pelajaran Biologi Kelompok Kompetensi I yang berjudul Bioteknologi disiapkan untuk guru pada kegiatan diklat baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi profesional yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi I. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, praktik dan latihan. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kemampuan pada Kelompok Kompetensi I, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul. Bagi anda yang menggunakan modul ini dalam pelaksanaan moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*), anda masih perlu menyelesaikan beberapa kegiatan pembelajaran secara mandiri ataupun kolaboratif bersama rekan guru di sekolah masing-masing (*on the job learning*). Adapun pembelajaran mandiri yang perlu anda lakukan adalah kegiatan eksperimen, eksperimen, latihan soal pilihan ganda, dan latihan membuat soal. Produk pembelajaran yang telah anda hasilkan selama *on the job learning* akan menjadi tagihan yang akan dipresentasikan dan dikonfirmasi pada kegiatan tatap muka kedua (*in-2*).

Semoga modul ini membantu anda meningkatkan pemahaman konten, penguasaan materi dan keterampilan pada topik bioteknologi. Modul ini masih dalam penyempurnaan, dengan demikian masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. *Bioteknologi*. <http://id.wikipedia.org/wiki/Bioteknologi>. Diakses pada tanggal 11 Agustus 2015.
- Anonim. 2015. *Bioremediasi*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Bioremediasi>. Diakses pada tanggal 2 September 2015.
- Anonim. 2015. *Tanaman transgenik*. [www.id.wikipedia.org](http://www.id.wikipedia.org). Diakses pada tanggal 12 Agustus 2015.
- Anonim. 2010. *Penerapan Bioteknologi Dalam Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia Melalui Produksi Pangan*. [www.crayonpedia.org](http://www.crayonpedia.org). Diakses pada tanggal 11 Agustus 2015.
- Brown C.M., I Campbell, & F.G Priest, 1987. *Introduction to Biotechnology*. London: Blackwell Scientific Publications.
- Bull, A.T., G. Holt, & M.D. Lilly. 1982. *Biotechnology – International Trends and Perspectives*. Paris: OECD (Organization for Economic Co-operation and Development).
- Campbell, N.A., J.B. Reece, et al. 2011. *Biologi 9<sup>th</sup> edition*. San Fransisco: Benjamin Cummings Publishers.
- Goenadi, D.H. dan Isroi. 2003. “Aplikasi Bioteknologi dalam Upaya Peningkatan Efisiensi Agribisnis yang Berkelanjutan”, *Makalah Lokakarya Nasional Pendekatan Kehidupan Pedesaan dan Perkotaan dalam Upaya Membangkitkan Pertanian Progresif*. Yogyakarta: UPN “Veteran”.
- Rahadi, Syam. 2008. *Mengenal Teknologi Reproduksi*. [www.ilmuternak.wordpress.com](http://www.ilmuternak.wordpress.com). Diakses pada tanggal 12 Agustus 2015.
- Shiva V. 1994. *Bioteknologi dan Lingkungan Dalam Perspektif Hubungan Utara-Selatan (judul asli: "Biotechnology and the Environment")*. Alih Bahasa: Wahyuni Rizkiana Kamah. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama,.
- Sudarjat, S. 2003. “Kebijakan pembangunan peternakan ditinjau dari aspek bioteknologi molekuler”, *Analisis Kebijakan Pertanian*. 1 (3): 187-191.
- Syamsuri, I., dkk. 2006. *Biologi 3A dan 3B untuk SMA Kelas XII*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Watson, J.D., Jhon Tooze, & David T. Kurtz. 1988. *DNA Rekombinan*. Jakarta: Erlangga.

## GLOSARIUM

Enzim Endonuklease Restriksi	: Enzim yang memotong molekul DNA.
Fertilisasi	: Proses penyatuan atau peleburan inti sel telur (ovum) dengan inti sel spermatozoa membentuk makhluk hidup baru (zigot).
Insulin	: Hormon yang diproduksi oleh pankreas dan yang mengatur tingkat glukosa (gula sederhana) dalam darah.
Inseminasi buatan	: Proses pembuahan dengan memasukkan sperma ke dalam rahim secara buatan, bukan dengan kopulasi alami.
Kloning	: Suatu cara reproduksi yang menggunakan teknik tingkat tinggi di bidang rekayasa genetika untuk menghasilkan individu baru melalui metode fusi sel tanpa melalui perkawinan.
Kultur jaringan	: Suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti sekelompok sel atau jaringan yang ditumbuhkan dengan kondisi aseptik, sehingga bagian tanaman tersebut dapat memperbanyak diri tumbuh menjadi tanaman lengkap kembali.
Mutasi	: Perubahan yang terjadi pada bahan <i>genetik</i> (DNA maupun RNA), baik pada



- Rekayasa genetika : taraf urutan *gen* (disebut *mutasi* titik) maupun pada taraf kromosom.
- Revolusi hijau : Teknik manipulasi gen yang bertujuan untuk mendapatkan organisme unggul.
- DNA rekombinan : Istilah yang dipakai untuk menggambarkan perubahan fundamental dalam pemakaian teknologi budidaya pertanian yang dimulai pada tahun 1950-an hingga 1980-an di banyak negara berkembang, terutama di Asia.
- Sel induk : Suatu bentuk DNA buatan yang dibuat dengan cara merekombinasikan gen tertentu dengan DNA genom.
- Transgenik : Sel yang belum berdiferensiasi dan mempunyai potensi yang sangat tinggi untuk berkembang menjadi banyak jenis sel yang berbeda di dalam tubuh.
- Transgenik : Proses pemindahan gen (disebut transgen) ke organisme hidup sehingga organisme memiliki sifat dan ciri-ciri baru yang akan diteruskan ke keturunannya.

## LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Kisi-Kisi UN SMA/MA, SMTK, dan SMAK Tahun 2016/2017

Level Kognitif	Lingkup Materi			
	Keanekaragaman dan Ekologi	Sutruktur dan Fungsi Makhluk Hidup	Biomolekuler dan Bioteknologi	Genetika dan Evolusi
<b>Pengetahuan dan Pemahaman</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyebutkan</li> <li>• Menunjukkan</li> <li>• Menjelaskan</li> </ul>	Siswa dapat memahami dan menguasai: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ciri-ciri kelompok makhluk hidup dan perannya dalam kehidupan</li> <li>• tingkat keanekaragaman hayati (gen, jenis, ekosistem) di Indonesia</li> </ul>	Siswa dapat memahami dan menguasai: <ul style="list-style-type: none"> <li>• struktur dan fungsi jaringan pada tumbuhan tinggi</li> <li>• struktur dan fungsi jaringan pada manusia dan hewan vertebrata</li> <li>• sistem organ dan fungsinya</li> <li>• gangguan/penyakit pada sistem organ manusia</li> </ul>	Siswa dapat memahami dan menguasai: <ul style="list-style-type: none"> <li>• struktur, fungsi, susunan kimia sel</li> <li>• susunan RNA, Gen DNA, dan kromosom</li> <li>• metabolisme sel</li> <li>• bioteknologi</li> </ul>	Siswa dapat memahami dan menguasai: <ul style="list-style-type: none"> <li>• hukum-hukum Mendel</li> <li>• asal usul kehidupan</li> <li>• mutasi gen dan kromosom</li> <li>• teori evolusi</li> </ul>
<b>Aplikasi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengklasifikasikan</li> <li>• Menentukan</li> <li>• Mengurutkan</li> <li>• Meramalkan</li> <li>• Menghitung</li> <li>• Mengemukakan</li> </ul>	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pemecahan masalah biologi dengan kerja ilmiah</li> <li>• dasar-dasar pengelompokan makhluk hidup</li> <li>• daur hidup makhluk hidup (invertebrata dan tumbuhan tingkat rendah)</li> <li>• aliran energi dan daur materi pada ekosistem</li> <li>• dampak perubahan lingkungan dan tindakan perbaikannya</li> </ul>	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• mekanisme kerja sistem organ tubuh manusia</li> <li>• pengaruh gangguan/serangan penyakit pada mekanisme kerja organ</li> </ul>	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• transpor melalui membran</li> <li>• sifat enzim dan kinerjanya</li> <li>• mekanisme katabolisme dan anabolisme (karbohidrat, protein, lemak)</li> <li>• reproduksi sel</li> <li>• sintesis protein</li> <li>• dampak bioteknologi</li> </ul>	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• persilangan menurut hukum Mendel</li> <li>• penyimpangan semu hukum Mendel</li> <li>• hereditas pada manusia</li> <li>• petunjuk/bukti-bukti evolusi</li> </ul>
<b>Penalaran</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyimpulkan</li> <li>• Menganalisis</li> <li>• Merumuskan</li> </ul>	Siswa dapat menggunakan nalar dalam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pengelompokan makhluk</li> </ul>	Siswa dapat menggunakan nalar dalam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• data hasil uji laboratorium klinis</li> </ul>	Siswa dapat menggunakan nalar dalam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• percobaan transpor</li> </ul>	Siswa dapat menggunakan nalar dalam: <ul style="list-style-type: none"> <li>• penelusuran hereditas</li> </ul>

Level Kognitif	Lingkup Materi			
	Keanekaragaman dan Ekologi	Sutruktur dan Fungsi Makhluk Hidup	Biomolekuler dan Bioteknologi	Genetika dan Evolusi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menemukan</li> <li>• Mengintepretasikan</li> </ul>	<p>hidup dari hasil pengamatan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tindakan perbaikan dan pelestarian lingkungan</li> </ul>	<p>percobaan faktor eksternal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan</li> </ul>	<p>membran</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• percobaan kinerja enzim</li> <li>• percobaan katabolisme dan anabolisme</li> <li>• percobaan bioteknologi</li> </ul>	<p>manusia berdasarkan peta silsilah</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mekanisme evolusi</li> </ul>

## LAMPIRAN 2 : KISI-KISI SOAL

### 2a. Kisi-kisi Soal Tes Prestasi Akademik Kurikulum 2006

Jenis Sekolah : SMA/MA  
Mata Pelajaran : Biologi (Ilmu Pengetahuan Alam)

No. Urut	Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar	Bahan Kelas	Materi	Indikator	Bentuk Soal
1						
2						
3						
4						

### 2b. Kisi-kisi Soal Tes Prestasi Akademik Kurikulum 2013

Jenis Sekolah : SMA/MA  
Mata Pelajaran : Biologi (Ilmu Pengetahuan Alam)

No. Urut	Kompetensi Dasar	Bahan Kelas	Materi	Indikator	Bentuk Soal
1					
2					
3					
4					

**LAMPIRAN 3 : KARTU SOAL**

**KARTU SOAL NOMOR 1  
(PILIHAN GANDA)**

Mata Pelajaran : .....  
Kelas/Semester : .....  
Kurikulum : .....

Kompetensi Dasar	:	
Materi	:	
Indikator Soal	:	
Level Kognitif	:	

Soal:

Kunci/Pedoman Penskoran: C

**Keterangan:**

Soal ini termasuk soal HOTS karena

1. ....
2. ....

**KARTU SOAL NOMOR 1  
(URAIAN)**

Mata Pelajaran : .....  
Kelas/Semester : .....  
Kurikulum : .....

Kompetensi Dasar	:	
Materi	:	
Indikator Soal	:	
Level Kognitif	:	

Soal:

**PEDOMAN PENSKORAN**

No.	Uraian Jawaban/Kata Kunci	Skor
	Total Skor	

**Keterangan:**

Soal ini termasuk soal HOTS karena:

1. ....
2. ....

LAMPIRAN 4

**INSTRUMEN TELAAH SOAL *HOTS*  
BENTUK TES PILIHAN GANDA**

Nama Pengembang Soal : .....  
Mata Pelajaran : .....  
Kls/Prog/Peminatan : .....

No.	Aspek yang ditelaah	Butir Soal				
		1	2	3	4	5
<b>A. Materi</b>						
1.	Soal sesuai dengan indikator.					
2.	Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).					
3.	Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).					
4.	Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*					
5.	Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu.					
6.	Jawaban tersirat pada stimulus.					
7.	Pilihan jawaban homogen dan logis.					
8.	Setiap soal hanya ada satu jawaban yang benar.					
<b>B. Konstruksi</b>						
8.	Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas.					
9.	Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan saja.					
10.	Pokok soal tidak memberi petunjuk ke kunci jawaban.					
11.	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda.					
12.	Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.					
13.	Panjang pilihan jawaban relatif sama.					
14.	Pilihan jawaban tidak menggunakan pernyataan "semua jawaban di atas salah" atau "semua jawaban di atas benar" dan sejenisnya.					
15.	Pilihan jawaban yang berbentuk angka/waktu disusun berdasarkan urutan besar kecilnya angka atau kronologisnya.					
16.	Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.					
<b>C. Bahasa</b>						
17.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.					
18.	Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.					
19.	Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.					
20.	Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama, kecuali merupakan satu kesatuan pengertian.					

\*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

\*\*) Pada kolom nomor soal diisi tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....  
Penelaah  
.....  
NIP.

**INSTRUMEN TELAHAH SOAL *HOTS*  
BENTUK TES URAIAN**

Nama Pengembang Soal : .....  
Mata Pelajaran : .....  
Kls/Prog/Peminatan : .....

No.	Aspek yang ditelaah	Butir Soal				
		1	2	3	4	5
<b>A. Materi</b>						
1.	Soal sesuai dengan indikator (menuntut tes tertulis untuk bentuk Uraian).					
2.	Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatar golongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).					
3.	Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).					
4.	Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*					
5.	Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu.					
6.	Jawaban tersirat pada stimulus.					
<b>B. Konstruksi</b>						
6.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata-kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban terurai.					
7.	Memuat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal.					
8.	Ada pedoman penskoran/rubrik sesuai dengan kriteria/kalimat yang mengandung kata kunci.					
9.	Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.					
10.	Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.					
<b>C. Bahasa</b>						
11.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.					
12.	Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.					
13.	Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.					

\*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

\*\*) Pada kolom nomor soal diisikan tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

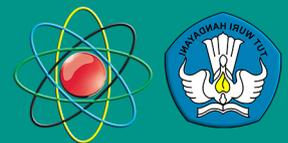
.....  
Penelaah

.....  
NIP.



MODUL  
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN  
BERKELANJUTAN  
**BIOLOGI SMA**

TERINTEGRASI  
PENGUATAN PENDIDIKAN  
KARAKTER



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik  
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

facebook.com/p4tkipainfo 

p4tkipa.org   
youtube.com/pppptkipa 

p4tkipa@yahoo.com   
022 4265127 - 70417266 

Jl. Diponegoro No. 12   
Bandung - Jawa Barat  
022 4231191 