

Modul Guru Pembelajar

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

KELOMPOK KOMPETENSI I

PENGEMBANGAN PERENCANAAN PEMBELAJARAN

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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI I

PENGEMBANGAN PERENCANAAN PEMBELAJARAN

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penyusun

Dr. Yeni Hendriani No Hp: 08122254773, email: ynsedc@yahoo.co.id

Penyunting

Dr. Dedi Herawadi

Penelaah

Dr. Riandi

Dr. Sri Anggraeni, M.Si.

Dr. Soni Suhandono

Dra. Tati Hermawati, M.Si.

Drs. Triastono Imam P., M.Pd.

Disainer Grafis/Layouter

Zuhe Safitra, M.Pd.

Copyright ©2016

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

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

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. 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 Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua 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 kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (online), dan campuran (blended) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan 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 untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

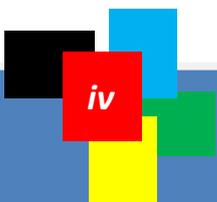
Jakarta, Februari 2016

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 Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar 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 Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran 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.

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.

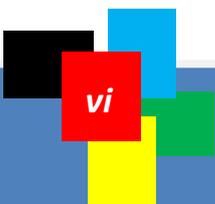


Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email p4tkipa@yahoo.com.

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, Guru, Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah 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, 15 April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





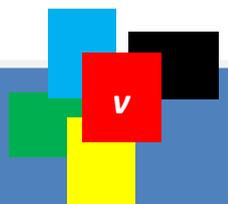
DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	2
D. RUANG LINGKUP	3
E. CARA PENGGUNAAN MODUL	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN: PENGEMBANGAN PERENCANAAN PEMBELAJARAN	5
A. TUJUAN	6
B. INDIKATOR KETERCAPAIAN KOMPETENSI	6
C. URAIAN MATERI	6
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	22
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	23
F. RANGKUMAN	23
G. UMPAN BALIK	24
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	25
EVALUASI	26
PENUTUP	30
DAFTAR PUSTAKA	31
GLOSARIUM	33



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1.	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 1.1.	Kategori Strategi Mengajar yang Mempengaruhi Prestasi siswa	16



PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Modul Diklat Guru Pembelajaran (GP) 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 GP yang terbagi atas 10 Kelompok Kompetensi (KK).

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.

Pada Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi I ini disajikan materi tentang perancangan pembelajaran yang mendidik. Perencanaan pembelajaran meliputi penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran dan persiapan 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.

Pada modul ini sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar guru peserta diklat melakukan *self assesment* sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.



B. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan modul ini diharapkan Anda dapat Memahami berbagai perangkat pembelajaran sesuai prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik Memahami cara 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">1. Menjelaskan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik2. Mengidentifikasi prinsip pengembangan perancangan pembelajaran3. Memilih padanan antara kompetensi dasar pengetahuan dan keterampilan4. Menentukan kompetensi dasar sikap yang sesuai dengan penerapan kompetensi dasar aspek pengetahuan5. Mengidentifikasi indikator pencapaian kompetensi aspek pengetahuan, keterampilan atau sikap



D. Ruang Lingkup

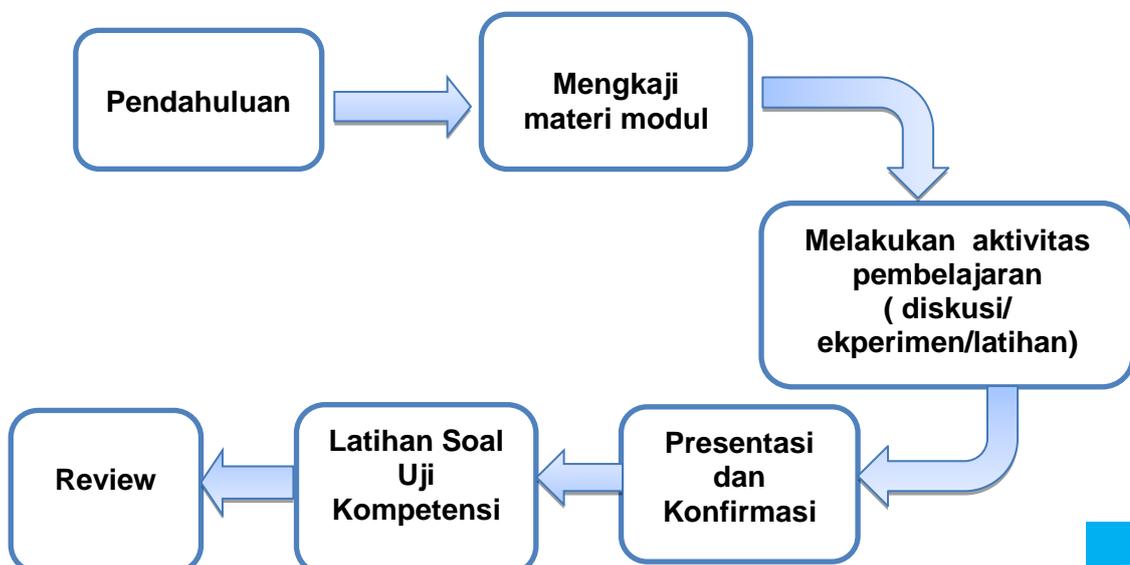
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi I, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang 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.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Analisis penilaian hasil belajar siswa
2. Tindak lanjut hasil analisis penilaian hasil belajar siswa
3. Prinsip-prinsip dalam pengembangan program pembelajaran
4. Jenis-jenis penelitian
5. Pengembangan proposal penelitian yang berorientasi pada peningkatan kualitas pembelajaran..

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.





Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

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

- a. latar belakang yang memuat gambaran materi diklat
- b. tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi diklat
- c. kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul.
- d. ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- e. langkah-langkah penggunaan modul

2. Mengkaji materi diklat

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

3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan dsb.

Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama.

5. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN

PERANCANGAN PEMBELAJARAN YANG MENDIDIK

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.

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 tentang Pembelajaran Pada Pendidikan Dasar Dan Pendidikan Menengah - Pedoman Pelaksanaan Pembelajaran nomor 103 Tahun 2014 atau peraturan menteri 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 dan 4.2. Mengembangkan komponen-komponen rancangan pembelajaran serta kompetensi profesional. Untuk memenuhi kompetensi ini pada modul ini Anda dapat mempelajari prinsip perancangan pembelajaran yang mendidik dan pengembangan perancangan pembelajaran mata pelajaran Biologi mulai dari mempelajari kompetensi dasar pengetahuan, keterampilan dan sikap, dan silabus biologi yang akan dikembangkan menjadi perangkat pembelajarannya.

A. TUJUAN

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat

1. Memahami berbagai perangkat pembelajaran sesuai prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik
2. Memahami cara 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

C. URAIAN MATERI

Pengembangan Perangkat Pembelajaran

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 grade 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 dan bagaimana cara mengidentifikasi indikator pencapaian kompetensi aspek pengetahuan, keterampilan atau sikap. Penyusunan RPP dan Media akan dijelaskan pada modul yang berbeda.

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*).



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 kimia seperti struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia, unsur-unsur di alam 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. 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 inquiri, 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. Ruang lingkup materi biologi.

Biologi sebagai bagian dari struktur keilmuan IPA tidak terlepas dari hukum-hukum dan karakteristik dalam 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, dan Tema persoalan dalam biologi, terdiri dari 9 (Sembilan) tema.



d. 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 yang 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 hobby 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 terpandu (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 real 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 ilmu 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 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 pula. Meskipun masing-masing bidang memiliki identitas sendiri, 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 bekerja bertani. Studi kasus sejarah sains, matematika dan teknologi dan desain di awal 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. Dalam semua bidang pembelajaran, 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 dan jam di luar sekolah mereka dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran di sekolah mereka jika masyarakat luas memahami apa sekolah bertujuan 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 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 ujud 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:

- Menemukan informasi
- Memproses berbagai informasi dari berbagai media
- Pengkodean informasi
- Menganalisis informasi
- Memberikan evaluasi secara kritis terhadap informasi
- Mengorganisasi informasi dalam perpustakaan digital pribadi
- Mencipta informasi dalam berbagai media
- Mendistribusikan informasi untuk mencari pengguna
- 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 pada 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 mulai 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 pembelajaran, memuat fakta, konsep, prinsip, dan prosedur yang relevan, dan ditulis dalam bentuk butir-butir sesuai dengan rumusan indikator pencapaian kompetensi;
- f) Kegiatan 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 Isi, Permendikbud tentang Standar Proses, Permendikbud tentang Standar Penilaian, dan Permendikbud tentang Kurikulum 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 ilmiah dalam kemampuan mengamati bioproses	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
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 (RPP)

Tahap pertama dalam pembelajaran yaitu perencanaan pembelajaran yang diwujudkan dengan kegiatan penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). Pada hakikatnya RPP merupakan rencana pembelajaran yang dikembangkan secara rinci dari suatu materi pembelajaran atau tema tertentu yang mengacu pada silabus. RPP mencakup: (1) data sekolah/madrasah, mata pelajaran, dan kelas/semester; (2) materi pembelajaran; (3) alokasi waktu; (4) KI, KD, indikator pencapaian kompetensi; (5) deskripsi materi pembelajaran; (6) kegiatan pembelajaran; (7) penilaian; dan (8) media/alat, bahan, dan sumber belajar.

Setiap guru di setiap satuan pendidikan berkewajiban menyusun RPP untuk kelas di mana guru tersebut mengajar (guru kelas) di SD dan untuk guru mata pelajaran yang diampunya untuk guru SMP/MTs, SMA/MA, dan SMK/MAK. 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.

Pada silabus terdapat kolom sumber belajar, 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.

1. Benda Asli



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

2. 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.

3. 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 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, Anda dapat mendiskusikannya dalam kelompok kerja. Pertama tentang **Prinsip-prinsip Pembelajaran yang mendidik** sesuai dengan pembelajaran biologi. Kedua tentang **Prinsip pengembangan perancangan pembelajaran**, dengan cara menganalisis silabus yang tersedia, pilih satu konsep atau topik biologi.

Perbaiki dan lengkapi silabus sesuai dengan perancangan Anda dalam pembelajaran topik tersebut. Buatlah indikator pencapaian kompetensi aspek pengetahuan, keterampilan atau sikap untuk melengkapinya. Buat laporannya sebagai tugas hasil belajar.



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 dibeli. Selain itu Anda tidak mengajukan anggaran pembelian bahan praktikum di awal tahun sehingga sekolah tidak menganggarkan dana pembelannya.

Jika Anda akan mengajarkan konsep metabolisme, perbaikan apa saja yang Anda lakukan pada silabus 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 guru tetap menyajikan pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik, tetapi menggantikan bahan biologi dengan bahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari atau untuk kegiatan percobaan menggunakan LKS non eksperimen dimana peserta didik tetap mengolah data hasil percobaan sesuai dengan hasil eksperimen.

EVALUASI

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat.

1. Pernyataan yang **bukan** merupakan karakteristik dari desain pembelajaran yang profesional (berkualitas tinggi):
 - A. Sejalan dengan tujuan sekolah, standar isi dan penilaian, serta kegiatan pembelajaran profesional lainnya.
 - B. Fokus pada sumber belajar dan pemodelan strategi pengajaran untuk suatu materi atau konsep.
 - C. Memberikan kesempatan untuk belajar aktif dari strategi pembelajaran yang baru.
 - D. Memberikan kesempatan bagi guru untuk berkolaborasi.

2. Menurut Oirpa (2011), dalam menganalisis hasil belajar langkah pertama yang harus dilakukan adalah....
 - A. Mengumpulkan data
 - B. Menganalisis data
 - C. Memilih metode penilaian
 - D. Membuat laporan

3. Langkah refleksi dalam proses pembelajaran merupakan elemen penting, karena refleksi mengajak siswa dan guru untuk....
 - A. Mengenali alat dan bahan yang diperlukan dalam pembelajaran.
 - B. Menentukan materi pelajaran yang paling penting.
 - C. Mengidentifikasi sumber belajar yang paling tepat.
 - D. Mengidentifikasi peluang untuk perbaikan dan pengembangan pembelajaran.



4. Tantangan dalam merancang program pembelajaran yang profesional bukan hanya tersusunnya program pembelajaran yang berkualitas tinggi tetapi juga memiliki dampak pada siswa pada saat pelaksanaan program, dan implementasinya dalam kehidupan siswa. Prinsip dalam pengembangan program pembelajaran yang paling tepat dengan pernyataan diatas adalah....
 - A. Ilmiah dan relevan
 - B. Memadai dan konsisten
 - C. Aktual dan kontekstual
 - D. Sistematis dan konsisten

5. Hasil akhir dari semua reformasi pendidikan harus bermuara pada peningkatan kinerja siswa, namun setiap inisiatif reformasi, jika ingin sukses, harus dimulai dari pengakuan pentingnya guru dalam meningkatkan kinerja siswa. Jika perubahan dalam proses belajar mengajar cenderung dihasilkan hanya dari pengembangan profesional guru, maka pengembangan profesional guru harus berkaitan dengan....
 - A. Konteks, proses, dan konten
 - B. Sikap, proses, dan konten
 - C. Konteks, sikap, dan konten
 - D. Paedagogi, Profesional, Pengembangan diri

6. Jika kita lihat berdasarkan tujuan penelitiannya, maka penelitian untuk menyelidiki “apakah penggunaan model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam menganalisis data” termasuk jenis penelitian....
 - A. Kualitatif
 - B. Kuantitatif
 - C. Dasar
 - D. Terapan

7. Diidentifikasi bahwa penggunaan pendekatan saintifik telah digunakan secara meluas di seluruh jenjang sekolah. Selain itu, telah diidentifikasi pula bahwa hasil belajar yang diperlukan oleh siswa tidak hanya dari segi kognitif



- tetapi juga perlu kemampuan berpikir kritis untuk memecahkan permasalahan. Dengan berdasar pada inovasi pemecahan masalah maka perumusan topik penelitian yang sesuai dengan uraian di atas adalah....
- A. Kelebihan dan kekurangan penerapan pendekatan saintifik di sekolah
 - B. Penggunaan pendekatan saintifik untuk meningkatkan hasil belajar siswa
 - C. Penggunaan pendekatan saintifik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.
 - D. Hubungan kemampuan berpikir kritis dengan kemampuan kognitif siswa dalam implementasi pendekatan saintifik.
8. Jika variabel penelitiannya adalah “penggunaan metode praktikum” serta “sikap teliti dan kerja keras”, maka rumusan masalah dari kedua variabel tersebut jika penelitiannya berupa penelitian eksperimental adalah....
- A. Adakah hubungan penggunaan metode praktikum dengan sikap teliti dan kerja keras siswa pada mata pelajaran Biologi?
 - B. Bagaimana pengaruh penggunaan metode praktikum terhadap sikap teliti dan kerja keras siswa pada mata pelajaran Biologi?
 - C. Apakah penggunaan metode praktikum dapat meningkatkan sikap teliti dan kerja keras siswa pada mata pelajaran Biologi?
 - D. Bagaimana penggunaan metode praktikum dalam meningkatkan sikap teliti dan kerja keras siswa pada mata pelajaran Biologi?
9. Jika rumusan masalahnya “Bagaimana Pengaruh Penghitungan Nilai *Ecological Footprint* (Jejak Ekologi) Terhadap Pembentukan Pemahaman Dan Kesadaran Perubahan Iklim siswa SMAN 12 Bandung?”, maka tujuan penelitiannya adalah.....
- A. Mengkaji pemahaman siswa tentang jejak ekologi dan mengkaji pemahaman dan kesadaran perubahan iklim siswa.
 - B. Menghitung jejak ekologi siswa SMAN 12 Bandung dan mengkaji peran penghitungan nilai jejak ekologi terhadap pembentukan pemahaman dan kesadaran perubahan iklim.
 - C. Mengkaji peran penghitungan nilai jejak kaki ekologi terhadap pembentukan pemahaman dan kesadaran perubahan iklim.



- D. Menghitung jejak kaki ekologi siswa SMAN 12 Bandung dan menerapkan nilai jejak kaki ekologi terhadap pembentukan pemahaman dan kesadaran perubahan iklim.
10. Jika rumusan masalahnya “Bagaimana Pengaruh Penghitungan Nilai *Ecological Footprint* (Jejak Ekologi) Terhadap Pembentukan Pemahaman dan Kesadaran Perubahan Iklim siswa SMAN 12 Bandung?”, maka hipotesis penelitian eksperimentalnya adalah.....
- A. Pengaruh Penghitungan Nilai *Ecological Footprint* (Jejak Ekologi) Terhadap Pembentukan Pemahaman dan Kesadaran Perubahan Iklim siswa SMAN 12 Bandung.
 - B. Penghitungan Nilai *Ecological Footprint* (Jejak Ekologi) berkorelasi terhadap Pembentukan Pemahaman dan Kesadaran Perubahan Iklim siswa SMAN 12 Bandung.
 - C. Penghitungan nilai *ecological footprint* (jejak ekologi) berpengaruh terhadap pembentukan pemahaman dan kesadaran perubahan iklim siswa SMAN 12 Bandung.
 - D. Terdapat korelasi antara penghitungan nilai *ecological footprint* (jejak ekologi) dengan pembentukan pemahaman dan kesadaran perubahan iklim siswa SMAN 12 Bandung.

PENUTUP

Selama dua dekade terakhir, sistem pendidikan kita terpaku pada peningkatan prestasi siswa. Banyak program yang dirancang untuk mencapai hal itu. Namun, pengaruh berbagai program tersebut terhadap kinerja siswa masih belum signifikan. Alasan utama kegagalan itu adalah bahwa terlalu sedikit perhatian yang diberikan untuk apa yang sebenarnya terjadi di dalam kelas. Kita harus memfokuskan kembali perhatian kita pada kelas dan pentingnya menyediakan program pengembangan profesi guru yang akan mengubah kinerja guru ke arah peningkatan prestasi siswa

Modul Pedagogik Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi Kelompok Kompetensi I yang berjudul “Prinsip, Cara Refleksi, Dan Prosedur Pengembangan Program Peningkatan Kualitas Pembelajaran” disiapkan untuk guru pada 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, eksperimen, latihan dsb. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi I ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul. Perbaikan berkelanjutan terhadap isi modul ini masih terus dilaksanakan, oleh karena itu masukan-masukan atau saran perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.

DAFTAR PUSTAKA

DeMonte (2013): *High-Quality Professional Development for Teachers: Supporting Teacher Training to Improve Student Learning*, Center for American Progress. New York.

Ghufron, A., Mu'arifin, (2009): Metodologi Penelitian, Makalah disajikan dalam TOT Karya Ilmiah Widyaaiswara. *Direktorat Pembinaan Diklat*, Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan. Departemen Pendidikan Nasional

Harwell, S.H. (2013): *Teacher Professional Development: It's Not an Event, It's a Process* CORD, Texas.

Jones, C.A., (2005): *Assessment for Learning*. Learning and Skills Development Agency. London.

Joyce, B., & Showers, B. (2002): *Student achievement through staff development*. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria, Virginia.

Lenz, B. (2014): *How Assessment Can Lead to Deeper Learning*, Institute for Education, Novato, California.



Marzano, R., Pickering, D., Pollock, J. (2001): *Classroom instruction that works*. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria, Virginia.

McLaughlin, M., & Marsh, D. (1978): Staff development and school change. *Teachers College Record*, 80(1).

National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century. (2000): *Before it's too late: A report to the nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century*. <http://www.ed.gov/ameriacounts/glenn/report.doc>.

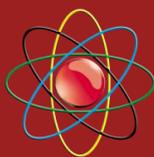
O'Farrel, C. (2011) : *Enhancing Student Learning through Assessment*. Dublin Institute of Technology. Irlandia.

Oirpa, (2011): *Analyzing Student Learning Outcomes (Slos) Assessment Data*. California Baptist University.
https://insidecbu.calbaptist.edu/lcs/lcsfs/Analyzing_Assessment

Rahmat, A. (2007) Pengembangan dan Peningkatan Kualitas Pembelajaran (Penelitian Berorientasi Peningkatan Kualitas Pembelajaran). Makalah, disajikan dalam Workshop Penelitian Pengembangan Inovasi Pembelajaran di Sekolah (PIPS) dan Penelitian Pengembangan dan Peningkatan Kualitas Pembelajaran di LPTK, diselenggarakan oleh Lembaga Penelitian dan Pengembangan Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Jakarta

GLOSARIUM

Penelitian deskriptif	penelitian yang digunakan untuk mendeskripsikan nilai-nilai suatu variabel
Penelitian komperatif	penelitian yang diadakan untuk membandingkan variabel-variabel penelitian
Penelitian asosiatif atau penelitian hubungan	penelitian yang digunakan untuk mengetahui hubungan antar dua variabel atau lebih
Penelitian kualitatif	penelitian yang jenis datanya berupa data verbal
Penelitian kuantitatif	penelitian yang jenis datanya berupa angka
Penelitian survey	penelitian yang dilakukan dalam sebuah populasi dengan tujuan menemukan hubungan antar variabel atau distribusi
Penelitian <i>ex-post facto</i>	penelitian yang bertujuan untuk mengetahui sebab-sebab yang memicu terjadinya suatu peristiwa
Penelitian eksperimen	penelitian yang bertujuan untuk menemukan pengaruh antar variable



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

Modul Guru Pembelajaran

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

KELOMPOK KOMPETENSI I

BIOTEKNOLOGI SEDERHANA

Savina Melia, S.Si., 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 2016

MATA PELAJARAN BIOLOGI
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI I

BIOTEKNOLOGI SEDERHANA

Penanggung Jawab
Dr. Sediono Abdullah

Penyusun
Savina Melia, S.Si., M.Si. 081320610469 email: vinacjr@yahoo.com

Penyunting
Dr. Dedi Herawadi

Penelaah
Dr. Riandi
Dr. Sri Anggraeni, M.Si.
Dr. Soni Suhandono
Dra. Tati Hermawati, M.Si.
Drs. Triastono Imam P., M.Pd.

Disainer Grafis/Layouter
Zuhe Safitra, M.Pd.

Copyright ©2016

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu
Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI I

BIOTEKNOLOGI SEDERHANA

Penulis:

Savina Melia, S.Si., 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 2016

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. 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 Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua 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 kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (online), dan campuran (blended) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan 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 untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, Februari 2016

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 Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar 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 Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran 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.

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.

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, Guru, Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah 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, 15 April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002



DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	2
D. RUANG LINGKUP	2
E. CARA PENGGUNAAN MODUL	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN: BIOTEKNOLOGI SEDERHANA	5
A. TUJUAN	6
B. INDIKATOR KETERCAPAIAN KOMPETENSI	7
C. URAIAN MATERI	7
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	24
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	25
F. RANGKUMAN	28
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	28
H. KUNCI JAWABAN	29
PENUTUP	30
DAFTAR PUSTAKA	31
GLOSARIUM	33



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1.1	Minuman Yoghurt	9
Gambar 1.2	Tempe	10
Gambar 1.3	Fermentor/bioreaktor skala laboratorium	11
Gambar 1.4	Langkah-langkah pembuatan kultur jaringan	16
Gambar 1.5	(a) dan (b) Proses inseminasi buatan	22

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 Guru Pembelajara (GP) 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 Guru Pembelajar yang terbagi atas 10 Kelompok Kompetensi (KK).

Modul ini merupakan Modul Diklat Guru Pembelajar KK I yang digunakan pada diklat Guru Pembelajar KK I. Modul ini dapat digunakan dengan baik pada diklat tatap muka maupun diklat *on line*. 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 dalam modul ini adalah Bioteknologi Sederhana. 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.



B. Tujuan

Setelah melaksanakan pembelajaran dalam modul ini, peserta diklat diharapkan dapat memahami konsep bioteknologi sederhana dan mampu menerapkannya 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 Inti dan Kompetensi Guru

Kompetensi Guru Mata Pelajaran	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 kelompok kompetensi 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



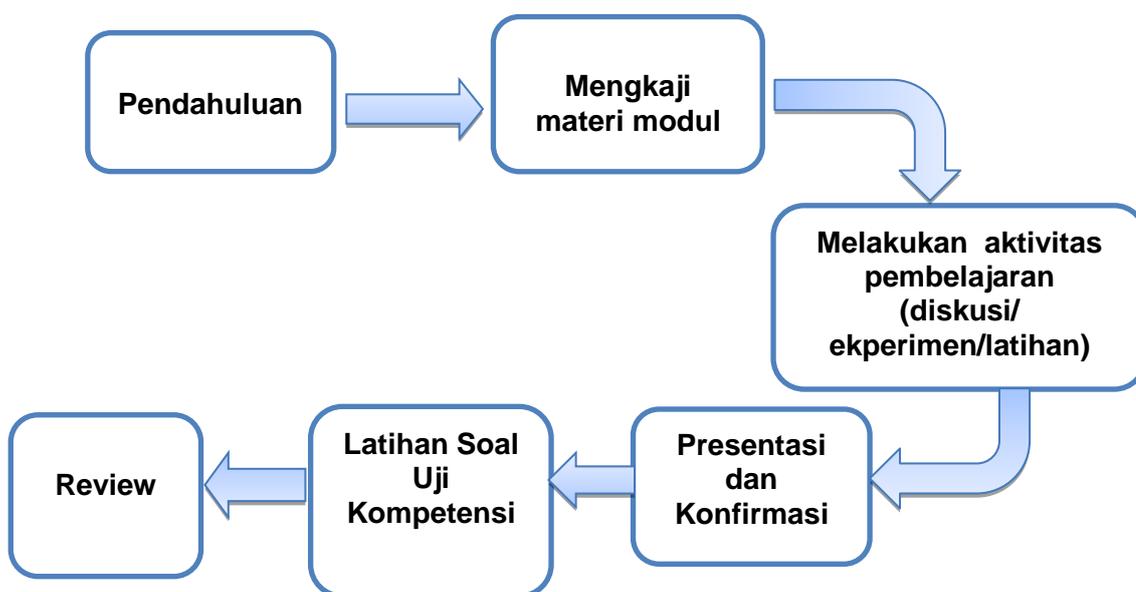
Lanjut Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Teknologi bioproses
2. Teknologi bioremediasi
3. Teknologi kultur jaringan
4. Teknologi Inseminasi buatan

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.



Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

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

- a. latar belakang yang memuat gambaran materi diklat.



- b. tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi diklat.
 - c. kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul.
 - d. ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran.
 - e. langkah-langkah penggunaan modul
2. Mengkaji materi diklat
Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari materi diklat yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok
 3. Melakukan aktivitas pembelajaran
Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan dsb.
Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan
 4. Presentasi dan Konfirmasi
Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama
 5. Review Kegiatan
Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi

KEGIATAN PEMBELAJARAN

BIOTEKNOLOGI SEDERHANA

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

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, 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.



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 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:

1. Dikenal sejak awal peradaban manusia.
2. Menggunakan secara langsung hasil yang diproduksi organisme atau mikroorganisme berupa senyawa kimia atau bahan pangan tertentu yang bermanfaat bagi manusia.
3. Peralatan yang digunakan sederhana.
4. Pemanfaatan mikroorganisme terbatas.
5. Jumlah produk yang dihasilkan dalam jumlah sedikit.
6. Teknologi yang digunakan masih sederhana



7. Prosesnya relatif belum steril sehingga kualitas hasilnya belum terjamin.

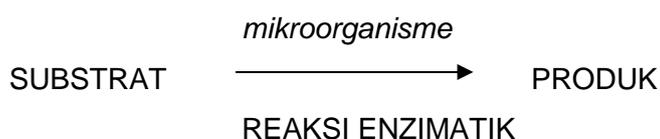
Teknologi-teknologi yang mendasari bioteknologi konvensional, diantaranya yaitu:

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, aldehyd, 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 → MSG
Corynebacterium glutamicum
- Susu → keju
Penicillium camemberti / P. requeforti
- Kacang → tauco
Aspergillus oryzae
- Sampah organik → biogas (CH₄/metana)
Methanobacter omeliascii

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

- Tempe dengan mikroba *Rhizopus oryzae*
- Kecap dengan mikroba *Aspergillus wentii*
- Yoghurt dengan mikroba *Lactobacillus bulgaricus* & *Streptococcus thermophilus*
- Nata de coco dengan mikroba *Acetobacter xylinum*
- Bir dengan mikroba *Saccharomyces cerevisiae*
- 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:

- a. Pengawetan makanan
- b. Meningkatkan kadar nutrisi bahan makanan
- c. Diversifikasi makanan, rasa, aroma, dan tekstur
- d. Penghilangan antinutrien (zat penghalang absorpsi nutrisi)
- e. 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: https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Autoclavable_bench-top_laboratory_bioreactor)

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 patida* KT 2440 (Anonim, 2015).

Jenis-jenis bioremediasi adalah sebagai berikut:

a. 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.

b. 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.



c. 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 *Actinomycetes* mampu mengoksidasi fenol menjadi CO₂ dan H₂O. Genera *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Corynebacterium*, dan *Micrococcus* dapat menguraikan senyawa minyak bumi menjadi CO₂ dan H₂O.

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.

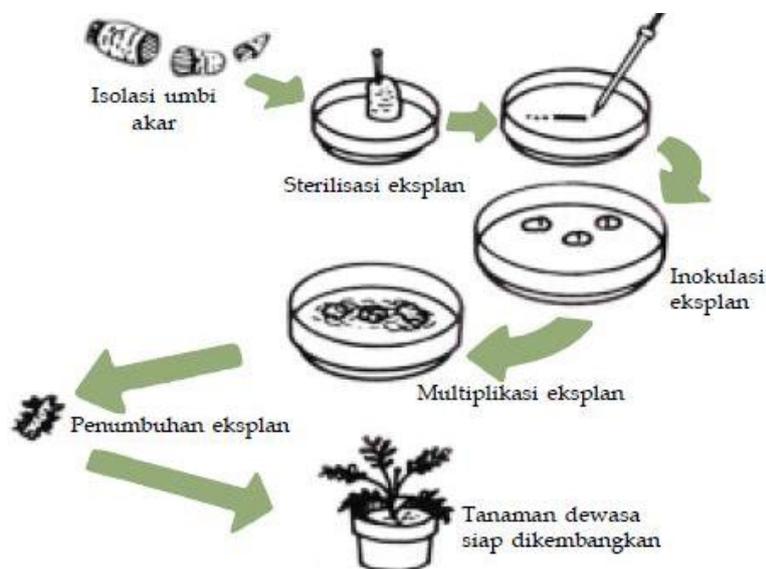
Teori dasar kultur jaringan :

- 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 berediferensiasi 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 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 perbanyak tanaman dengan teknik kultur jaringan adalah:



a. 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:

- 1) 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.



- 2) 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).
- 3) 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.
- 4) 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 (Narayanaswamy, 1994). Agen pematidat yang paling banyak digunakan adalah agar.
- 5) Persenyawaan-persenyawaan kompleks alamiah seperti: air kelapa, ekstrak ragi, jus tomat, ekstrak kentang dan sebagainya. Bufer terutama bufer organik.
- 6) Arang aktif, sering dipergunakan untuk menstimulir pertumbuhan akar.
- 7) Zat pengatur tumbuh, terutama auksin dan sitokinin. Zat pengatur tumbuh mempunyai peranan dalam pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman.



- 8) Bahan pematik, 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 :

- 1) 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.

- 2) 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.

- b. 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.

c. 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.

d. 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.

e. 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).

f. 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

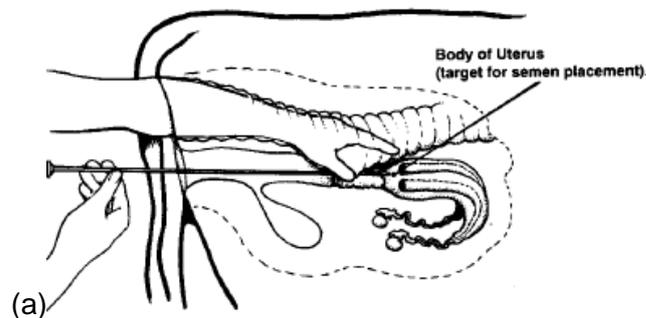
- a. Diperlukan biaya awal yang relatif tinggi
- b. Hanya mampu dilakukan oleh orang-orang tertentu, karena memerlukan keahlian khusus



- c. Bibit hasil kultur jaringan memerlukan proses aklimatisasi, karena terbiasa dalam kondisi lembap dan aseptik.

4. Teknologi Inseminasi buatan

Inseminasi Buatan (IB) atau kawin suntik adalah suatu cara atau teknik untuk 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 5.



Gambar 1.5 (a) dan (b) Proses inseminasi buatan
(Sumber: mybioma.files.wordpress.com; 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:

- a. Menghemat biaya pemeliharaan ternak jantan;
- b. Dapat mengatur jarak kelahiran ternak dengan baik;
- c. Mencegah terjadinya kawin sedarah pada sapi betina (*inbreeding*);
- d. Dengan peralatan dan teknologi yang baik sperma dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama;
- e. Semen beku masih dapat dipakai untuk beberapa tahun kemudian walaupun pejantan telah mati;
- f. Menghindari kecelakaan yang sering terjadi pada saat perkawinan karena fisik pejantan terlalu besar;
- g. 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 konvensional, Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.

Lembar Kerja 1.

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

Soal Pilihan Ganda

1. Timbulnya rasa pahit pada tape singkong yang dibiarkan terlalu lama disebabkan oleh terbentuknya ...
 - A. alkohol oleh jamur *Saccharomyces*
 - B. asam cuka oleh bakteri *Acetobacter sp*
 - C. metana oleh bakteri *Metanobacterium sp*
 - D. jamur oleh jamur *Aspergillus flavus*
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 mikriorganisme
 - 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
6. Yogurt terbuat dari susu dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, proses yang terjadi pada fermentasinya adalah ...
- A. pengubahan susu menjadi alkohol dan gula
 - B. pemisahan lemak menjadi asam lemak
 - C. pada masa inkubasi dihasilkan asam laktat
 - D. penguraian susu menjadi lemak berprotein
7. Pada proses pembuatan tempe digunakan *Rhizopus oryzae* yang berperan untuk ...
- A. mengubah protein kompleks kacang kedelai menjadi protein sederhana
 - B. mengubah karbon dioksida dalam kacang menjadi gula sederhana
 - C. menguraikan kacang kedelai menjadi alkohol melalui fermentasi
 - D. menghasilkan enzim untuk membentuk asam laktat dari kedelai



8. Bahan dasar pembuatan roti adalah tepung terigu yang ditaburi mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* agar dapat mengembang. Perubahan yang dilakukan mikroorganisme tersebut terhadap bahan dasar pembuatan roti adalah ...
- mengubah alkohol menjadi glukosa dan karbondioksida
 - mengubah glukosa menjadi alkohol dan karbondioksida
 - membentuk karbondioksida, oksigen, dan uap air
 - membentuk gas karbondioksida dari zat tepung
9. Berikut ini adalah beberapa pernyataan mengenai bahan baku dan produknya dari hasil penggunaan bioteknologi tradisional:
- (1) Ampas tahu dibuat menjadi oncom menggunakan *Rhizopus*.
 - (2) Singkong dibuat menjadi tape menggunakan jamur *Saccharomyces*.
 - (3) Susu dibuat menjadi youghurt menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*.
 - (4) Susu dibuat menjadi keju menggunakan *Penicillium notatum* dan *Streptococcus lactis*.
 - (5) Kedelai dibuat menjadi tempe menggunakan jamur *Aspergillus* dan *Saccharomyces*.
- Pernyataan yang benar adalah
- 1 – 2
 - 3 – 4
 - 2 – 3
 - 4 – 5
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 ...
- Methanobacterium*
 - Thiobacillus ferrooxidans*
 - Bacillus thuringiensis*
 - Clostridium botulinum*.



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 LATIHAN/KASUS/TUGAS

KUNCI JAWABAN PEMBELAJARAN: BIOTEKNOLOGI SEDERHANA

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

EVALUASI

1. Alasan penggunaan mikroorganismes 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 produk bioteknologi yang terbuat dari bahan susu dengan menggunakan mikroorganisme *Penicillium roquiforti* adalah....
A. yoghurt
B. nata de coco
C. mentega
D. keju
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. Pemanfaatan aplikasi bioteknologi untuk pemenuhan kebutuhan pangan sudah mulai beralih ke pemanfaatan PST (Protein Sel Tunggal) karena memiliki kelebihan berikut, kecuali ...
 - A. pertumbuhannya cukup tinggi
 - B. sumber energinya cukup banyak
 - C. nilai ekonomi tinggi
 - D. mudah pemeliharaannya

11. Salah satu hasil rekayasa genetika di bidang pertanian yang merupakan sumber daya hayati adalah
 - A. kelapa hibrida
 - B. mangga harumanis
 - C. durian lampung
 - D. salak manis

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. Enzim untuk mengenal dan memotong gen pada tempat tertentu sepanjang molekul DNA adalah
- A. enzim restriksi
 - B. enzim galaktose
 - C. enzim ligase
 - D. enzim amilase
15. Jenis bakteri yang sering digunakan untuk pemberantasan hama secara biologi adalah
- A. *Spirulina*
 - B. *Bacillus thuringensis*
 - C. *Pseudomonas*
 - D. *Trichoderma viridis*
16. Di bawah ini vektor yang lazim digunakan dalam rekayasa genetika adalah
- A. khamir dan bakteri
 - B. virus dan bakteri
 - C. plasmid dan virus
 - D. bakteri dan kapang



17. Di bawah ini yang BUKAN merupakan produk rekayasa genetika ialah
- A. vaksin yang dihasilkan oleh bakteri *Escherichia coli*
 - B. tanaman jati emas yang dikembangkan dengan tehnik kultur jaringan
 - C. kentang yang mengandung gen antikristal es bakteri minuses sehingga tahan ditanam pada suhu yang sangat dingin
 - D. insulin yang berfungsi untuk menurunkan kadar gula darah dihasilkan bakteri *Escherichia coli*
18. Di bawah ini yang termasuk pengertian ligase dalam tehnik rekayasa genetika ialah
- A. gen yang hendak dimasukkan ke mahluk hidup lain
 - B. DNA yang digunakan untuk memasukkan gen ke mahluk hidup lain
 - C. enzim yang digunakan untuk menggabungkan DNA atau gen
 - D. enzim yang digunakan untuk memotong DNA suatu mahluk hidup
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. Di bawah ini yang merupakan produk fermentasi susu adalah
- A. tauco
 - B. keju
 - C. cuka
 - D. permen

PENUTUP

Modul Profesional Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi Kelompok Kompetensi I yang berjudul Bioteknologi Sederhana 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, eksperimen, latihan, dan sebagainya. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi I ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, 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. Diakses pada tanggal 12 Agustus 2015.
- Anonim. 2010. *Penerapan Bioteknologi Dalam Mendukung Kelangsungan Hidup Manusia Melalui Produksi Pangan*. 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 9th 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. 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.

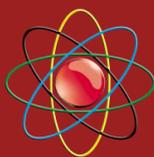
Watson, J.D., Jhon Tooze, & David T. Kurtz. 1988. *DNA Rekombinan*. Jakarta: Erlangga.

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 *genetik* (DNA maupun RNA), baik pada



- Rekayasa genetika : taraf urutan *gen* (disebut *mutasi* titik) maupun pada taraf kromosom. Teknik manipulasi gen yang bertujuan untuk mendapatkan organisme unggul.
- Revolusi hijau : 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.
- DNA rekombinan : Suatu bentuk DNA buatan yang dibuat dengan cara merekombinasikan gen tertentu dengan DNA genom.
- Sel induk : 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.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016