

KELOMPOK
KOMPETENSI

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

PROFESSIONAL

APLIKASI BIOTEKNOLOGI PADA BIDANG PERIKANAN DAN KELAUTAN

Edisi
Revisi
2018



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2018

MODUL

PENGEMBANGAN KEPROSESIAN BERKELANJUTAN

**MATA PELAJARAN
BIOLOGI BIDANG PERIKANAN DAN
KELAUTAN
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)**

KELOMPOK KOMPETENSI : J

PROFESIONAL

**APLIKASI BIOTEKNOLOGI PADA
BIDANG PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Penulis :

Dra. Wisnuwati, M.Pd

Penelaah :

Ir. Firman Heriansyah .M.Si

Reviewer :

Dra. Wisnuwati, M.Pd

Illustration

Tim Desain Grafis

Copyright @2018

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Pertanian

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Kata Sambutan

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

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Peta profil hasil UKG menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG sejak tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2018 ini dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui Moda Tatap Muka.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) dan, Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Pendidikan dan Pelatihan Guru moda tatap muka untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Pendidikan dan Pelatihan Guru ini untuk mewujudkan Guru Mulia karena Karya.

Jakarta, Juli 2018

Direktur Jenderal Guru
dan Tenaga Kependidikan,



Dr. Supriano, M.Ed.

NIP. 196208161991031001

Kata Pengantar

Peraturan Menteri Pendayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi nomor 16 Tahun 2009 pada ayat 7 menyatakan bahwa Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi guru yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Sejalan dengan tugas Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian dalam mengembangkan dan memberdayakan pendidik dan tenaga kependidikan maka pada tahun anggaran 2018 ini PPPPTK Pertanian telah merevisi modul-modul untuk pelatihan guru khususnya dalam lingkup bidang kejuruan perikanan dan kelautan dimana modul disusun berdasarkan pengelompokan grade mulai grade 1 sampai dengan grade 10. Modul yang disusun akan digunakan untuk bahan pelatihan guru dimana guru akan diberikan pelatihan berdasarkan nilai hasil uji kompetensi yang dapat dipetakan posisinya pada grade berapa.

Adapun modul ini adalah modul grade 1 yang merupakan bagian dari modul Biologi Bidang Keahlian perikanan dan kelautan yang terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu bagian I Pendahuluan, bagian II Kegiatan Pembelajaran, bagian III Evaluasi, dan bagian IV Penutup.

Modul yang telah disusun selalu dilakukan pembaruan secara periodik setiap kurun waktu tertentu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dan perubahan kebijakan-kebijakan terkait pengembangan dengan pendekatan High Order Thinking Skill (HOTS).

Semoga Modul Diklat PKB Guru Biologi Bidang Keahlian perikanan dan kelautan Grade-1 ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Cianjur, Juli 2018
Kepala PPPPTK Pertanian

DR. Ir. H. R. Ruli Basuni, MP
NIP. 19630720 199001 1 001

DAFTAR ISI

Cover Luar	
Cover Dalam	
Kata Pengantar	
Daftar Isi.....	
Daftar Gambar	
Daftar Tabel	
Daftar Lampiran	
Pendahuluan	
A. Latar Belakang	10
B. Tujuan	12
C. Peta Kompetensi	12
D. Ruang Lingkup	13
E. Saran Cara penggunaan modul ,.....	14
Kegiatan Pembelajaran 1, Prinsip bioteknologi dan ilmu – ilmu yang terkait dalam bioteknologi	
A. Tujuan	14
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	14
C. Uraian Materi	14
D. Aktivitas Pembelajaran	22
E. Latihan/Kasus/Tugas	24
F. Rangkuman	29
G. Umpam Balik dan Tindak Lanjut	30
Kegiatan Pembelajaran 2, Mengidentifikasi Dampak pengembangan bioteknologi	
A. Tujuan	31
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	31
C. Uraian Materi	31

D. Aktivitas Pembelajaran	40
E. Latihan/Kasus/Tugas	43
F. Rangkuman	45
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	46
Kegiatan Pembelajaran 3, Mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam kehidupan	
A. Tujuan	47
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	47
C. Uraian Materi	47
D. Aktivitas Pembelajaran	81
E. Latihan/Kasus/Tugas	87
F. Rangkuman	97
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	98
H. Kunci Jawaban	99
Evaluasi	100
Penutup	102
Daftar Pustaka	103
Glosarium	104
Lampiran	104

Daftar Gambar

Daftar gambar

	Halaman
Gambar 1, jenis- jenis bioteknologi.....	33
Gambar 2, Dampak pengembangan bioteknologi	36
Gambar 3, proses penyaringan rebung.....	40
Gambar 4, Air rendaman fermentasi rebung.....	41
Gambar 5, Ikan mulai direndam sebelum di goreng.....	41
Gambar 6, beberapa produk hasil biotek.....	41
Gambar 7, Bakteriosin pengawet sosis.....	49
Gambar 8 Tahapan kultur antera.....	53
Gambar 9,mikroba antibiotik	56

Daftar Tabel

Daftar Lampiran

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seperti yang diamanahkan dalam Undang Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Pendidikan sebagai sebuah sistem merupakan keseluruhan komponen pendidikan yang saling terkait secara terpadu untuk mencapai tujuan pendidikan nasional. Komponen-komponen dalam sistem pendidikan antara lain adalah tujuan pendidikan, peserta didik, pendidik, sarana prasarana pendidikan, dan metode pendidikan. Berbicara tentang pendidikan tentunya tidak akan terlepas dari pendidik yang salah satu unsurnya adalah guru. Guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Dalam menjalankan tugasnya guru wajib memiliki kualifikasi akademik, kompetensi, sertifikat pendidik, sehat jasmani dan rohani, serta memiliki kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Adapun kompetensi guru berdasarkan Permendiknas no 16 tahun 2007 tentang standar kompetensi dan kualifikasi guru, meliputi dimensi kompetensi pedagogi, kepribadian, sosial, dan profesional.

Di sisi lain masih terdapat berbagai masalah yang berkaitan dengan kondisi guru yaitu antara lain adalah 1. Adanya keberagaman kondisi kemampuan guru dalam proses pembelajaran, 2. Belum sempurnanya alat ukur untuk

mengetahui kemampuan guru, 3. Pelatihan dan pembinaan yang diberikan kepada guru belum sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan guru.

Berkaitan dengan peningkatan kompetensi guru pada tahun 2015 ini pemerintah akan melakukan pemetaan kompetensi guru melalui uji kompetensi guru. Berdasarkan hasil uji kompetensi guru tersebut diharapkan dapat menunjukkan data peta kompetensi guru terletak pada grade yang mana sehingga dari data tersebut akan ditindaklanjuti peningkatan kompetensinya melalui modul-modul dan pelatihan-pelatihan yang sesuai.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) adalah unit pelaksana teknis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan di bidang pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan yang mempunyai tugas melaksanakan pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan sesuai dengan bidangnya. Atas dasar kebutuhan peningkatan kompetensi guru tersebut maka pada tahun anggaran 2015 ini PPPPTK Pertanian melaksanakan penyusunan 10 grade Modul Diklat PKB bagi Guru Biologi Bidang Perikanan dan Kelautan. Dalam modul ini difokuskan pada Modul Diklat PKB Biologi Bidang Perikanan dan Kelautan Grade 10 difokuskan pada Bioteknologi dan Peranannya dalam Kehidupan.

Adapun lingkup materi yang dibahas dalam Modul Diklat PKB Biologi Bidang Perikanan dan kelautan Grade 10 yang difokuskan pada Bioteknologi dan peranannya dalam kehidupan. Modul ini diharapkan dapat mengobati kompetensi guru yang masih lemah dalam bidang tersebut sehingga jika pada kesempatan yang akan datang dilakukan uji kompetensi lagi diharapkan hasil nilai uji kompetensi guru dalam bidang tersebut dapat meningkat sesuai dengan yang ditargetkan oleh pemerintah.

A.Tujuan

Setelah menyelesaikan diklat ini peserta mampu memahami Bioteknologi , tentang Pemahaman prinsip bioteknologi dan ilmu-ilmu yang terkait, Mengidentifikasi dampak pengembangan bioteknologi , Mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam kehidupan

B.Peta Kompetensi

	Grade	Deskripsi
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN	GRADE 1	Ruang lingkup Biologi Keselamatan Kerja
	GRADE 2	Proses dan Gejala Permasalahan Biologi Keanekaragaman Hayati
	GRADE 3	Sel, Jaringan, dan Organ pada makhluk Hidup
	GRADE 4	Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan dan Tumbuhan
	GRADE 5	Enzim dan Peranannya dalam Proses Metabolisme Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan
	GRADE 6	Ekosistem, Komponen dan Interaksinya dalam Kehidupan
	GRADE 7	Virus dan Protista Bakteri Jamur Plantae Animalia
	GRADE 8	Pencemaran Pengelolaan Limbah
	GRADE 9	Genetika Evolusi
	GRADE 10	Aplikasi Bioteknologi dalam Bidang Perikanan dan Kelautan

Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi ini meliputi :

kegiatan pembelajaran 1, Pemahaman prinsip bioteknologi dan ilmu-ilmu yang terkait

Kegiatan pembelajaran 2, Mengidentifikasi dampak pengembangan bioteknologi
Kegiatan pembelajaran 3, Mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam kehidupan

E.Saran Cara penggunaan modul

1. Penjelasan bagi Peserta

- a. Bacalah modul ini secara berurutan dari Kata Pengantar sampai Daftar Cek Kemampuan pahami dengan benar isi dari setiap babnya.
- b. Setelah Anda mengisi Cek Kemampuan, apakah Anda termasuk kategori orang yang perlu mempelajari modul ini? Apabila Anda menjawab YA, maka pelajari modul ini.
- c.. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi Anda berkembang sesuai standar.
- d. Lakukan kegiatan belajar untuk mendapatkan kompetensi sesuai dengan yang disetujui oleh Fasilitator.
- e. Setiap mempelajari satu sub kompetensi, Anda harus mulai dari memahami tujuan kegiatan pembelajarannya, menguasai pengetahuan pendukung (Uraian Materi), melaksanakan Tugas-tugas, dan mengerjakan soal latihan.
- f. Dalam mengerjakan soal latihan, Anda jangan melihat Kunci Jawaban soal terlebih dahulu, sebelum Anda menyelesaikan soal latihan.
- g. Laksanakan Lembar Kerja untuk pembentukan psikomotorik skills sampai Anda benar-benar terampil sesuai standar. Apabila Anda mengalami kesulitan dalam melaksanakan tugas ini, konsultasikan dengan fasilitator.
- h. Setelah Anda merasa benar-benar menguasai seluruh kegiatan belajar dalam modul ini, mintalah evaluasi dari fasilitator. Anda untuk dapat dinyatakan telah benar-benar menguasai kompetensi tersebut sehingga Anda mendapatkan sertifikat kompetensi.

2. Peran Fasilitator/ mentor

- a. Membantu peserta dalam merencanakan proses belajar.
- b. Membimbing peserta melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
- c. Membantu peserta dalam memahami konsep dan praktik baru serta menjawab pertanyaan peserta mengenai proses pembelajaran.
- d. Membantu peserta untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
- f. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.
- g. Melaksanakan penilaian.
- h. Menjelaskan kepada peserta mengenai bagian yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya.
- i. Mencatat pencapaian kemajuan peserta.

1. KEGIATAN PEMBELAJARAN 1.

PRINSIP BIOTEKNOLOGI DAN ILMU –ILMU LAIN YANG TERKAIT

A. TUJUAN

Setelah menyelesaikan kegiatan ini Peserta diklat mampu Memahami prinsip bioteknologi dan ilmu- ilmu yang terkait dengan benar

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

1. Peserta diklat mampu memahami prinsip bioteknologi
2. Peserta diklat mampu memahami jenis- jenis bioteknologi
3. Peserta diklat mampu memahami ilmu- ilmu lain yang berkaitan dengan bioteknologi

C. URAIAN MATERI

I. Prinsip Bioteknologi

Bioteknologi berasal dari kata latin yaitu bio (hidup), teknos (teknologi = penerapan) dan logos (ilmu). Bioteknologi adalah suatu teknik modern untuk mengubah bahan mentah melalui transformasi biologi sehingga menjadi produk yang berguna. Supriatna (1992) memberi batasan tentang arti bioteknologi secara lengkap, yakni: pemanfaatan prinsip-prinsip ilmiah dan kerekayasaan terhadap organisme, sistem atau proses biologis untuk menghasilkan dan atau meningkatkan potensi organisme maupun menghasilkan produk dan jasa bagi kepentingan hidup manusia. Bioteknologi secara harafiah berarti ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip biologi. Pengertian bioteknologi yang lebih lengkap adalah pemanfaatan teknik rekayasa terhadap makhluk hidup, sistem, atau proses biologis untuk menghasilkan atau meningkatkan potensi makhluk hidup maupun menghasilkan produk dan jasa bagi kepentingan hidup manusia

Louis Pasteur adalah orang yang pertama kali menggunakan metode fermentasi sehingga disebut sebagai Bapak Bioteknologi. Istilah bioteknologi baru populer pada abad ke-20. Bioteknologi dapat diartikan sebagai ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip biologi secara lengkap, bioteknologi adalah pemamfaatan prinsip-prinsip ilmiah (sistem dan proses biologis) atau dengan menggunakan makhluk hidup untuk menghasilkan produk dan jasa bagi kepentingan manusia. Perkembangan bioteknologi sangat pesat, hal ini karena disesuaikan dengan peningkatan kebutuhan hidup yang juga makin kompleks. Perkembangan ini terjadi karena banyaknya cabang-cabang ilmu yang mendukungnya

Bioteknologi dibagi ke dalam 2 bagian, yaitu bioteknologi modern dan bioteknologi konvensional. :

Penerapan bioteknologi konvensional untuk menghasilkan produk, hanya mengandalkan peran organisme sebagai pengubah bentuk maupun kandungan gizi melalui proses fermentasi. Contoh : Keju, yogurt, mentega, tapai dan lain-lain. Fermentasi adalah merupakan proses pemecahan glukosa pada bahan makanan oleh mikrobia. Fermentasi ini menghasilkan etanol, karbon dioksida, dan energi. Pada proses ini, campur tangan manusia hanya sebatas

menyediakan dan mengkondisikan substrat agar mikroorganisme dapat berkembang secara optimal. Bioteknologi konvensional memiliki beberapa karakteristik antara lain sebagai berikut :

- Jumlah produk yang dihasilkan dalam skala kecil
- Hanya menerapkan teknologi sederhana
- Prosesnya relatif belum steril sehingga kualitas hasilnya belum terjamin

Berbeda dengan bioteknologi konvensional yang masih menggunakan peralatan sederhana, bioteknologi modern telah menggunakan peralatan peralatan yang canggih. Selain itu, bioteknologi modern sudah dilakukan dalam keadaan steril, produksi yang dihasilkan lebih berkualitas, dan dihasilkan dalam jumlah yang besar.

Penerapan bioteknologi modern tidak hanya melibatkan mikrobia sebagai perubah bentuk maupun kandungan gizi pada makanan (fermentasi). Pada bioteknologi modern dilakukan proses manipulasi terhadap susunan genetic mikrobia yang dimanfaatkan. Misal dengan pemotongan maupun penyisipan gen. Teknik yang digunakan dalam bioteknologi modern adalah teknik manipulasi bahan genetik (DNA) secara in vitro, yaitu proses biologi yang berlangsung di luar sel atau organisme, misalnya dalam tabung percobaan. Oleh karena itu, bioteknologi modern juga dikenal dengan rekayasa genetika, yaitu proses yang ditujukan untuk menghasilkan organism transgenik. Organisme transgenik adalah organisme yang urutan informasi genetik dalam kromosomnya telah diubah sehingga mempunyai sifat menguntungkan yang dikehendaki. Beberapa prinsip dasar dalam rekayasa genetika, yaitu :

DNA Rekombinan

Perubahan susunan DNA diperoleh melalui teknik DNA rekombinan, yang melibatkan bakteri atau virus sebagai vektor (perantara). Proses DNA rekombinan melalui 3 tahapan, yaitu 1) mengisolasi DNA, 2) memotong dan menyambung DNA (transplantasi gen/DNA), dan 3) memasukkan DNA ke dalam sel hidup.

Fusi Protoplasma

Fusi protoplasma adalah penggabungan dua sel dari jaringan yang sama (organisme berbeda) dalam suatu medan listrik. Fusi protoplasma pada tumbuhan melalui tahap-tahap, 1) menyiapkan protoplasma dari sel-sel yang masih muda karena dinding sel tipis serta protoplasma yang banyak dan utuh, 2) mengisolasi protoplasma sel dengan cara menghilangkan dinding selnya dengan menggunakan enzim kemudian dilakukan penyaringan dan sentrifugasi berkali-kali, 3) Protoplasma yang didapat kemudian diuji viabilitasnya (aktivitas hidupnya) dengan cara melihat aktivitas organel, misalnya melihat aktivitas fotosintesisnya.

Kultur Jaringan

Teori yang melandasi teknik kultur jaringan ini adalah teori Totipotensi, yaitu kemampuan untuk tumbuh menjadi individu baru bila ditempatkan pada lingkungan yang sesuai. Tahap-tahap kultur jaringan dalam membentuk embrio dari sel somatik serupa pada tahap perkembangan zigot menjadi embrio. Perkembangan tersebut dimulai dari sel → globular → bentuk jantung → bentuk torpedo → bentuk kotiledon → bentuk plantlet (tumbuhan muda).

Ciri-ciri utama bioteknologi adalah adanya benda biologi berupa benda mikroorganisme tumbuhan atau hewan, adanya pendayagunaan secara teknologi dan industri, dan produk yang dihasilkan adalah hasil ekstraksi dan pemurnian. Generasi pertama adalah bioteknologi sederhana yaitu penggunaan mikroba yang masih secara tradisional dalam produksi makanan dan tanaman ataupun pengawetanmakanan, sebagai contoh yaitu pembuatan tempe, tape, cuka, dan lain-lain. Generasi kedua adalah proses berlangsung dalam keadaan tidak steril, sebagai contoh pembuatan komposdan produksi bahan kimia. Generasi ketiga adalah proses dalam keadaan tidak steril, sebagai contoh produksi antibiotic dan hormon. Generasi keempat adalah generasi bioteknologi baru, sebagai contoh produksi insulin. Menurut beberapa informasi, sangat banyak manfaat bioteknologi ini bagi kehidupan manusia dalam meningkatkan kesejahteraan dan perbaikan hidupnya, antara lain untuk memerangi kelaparan, mengatasi kelangkaan sumber daya energi, mengurangi pencemaran lingkungan dan masih banyak lagi.

Bioteknologi tidak terlepas dari mikroorganisme sebagai subyek (pelaku). Mikroorganisme yang dimaksud adalah virus, bakteri,cendawan, alga,protozoa, tanaman maupun hewan. Mikroorganisme menjadi subyek pada proses bioteknologi-karena-beberapa-hal-berikut-ini:

1.Reproduksinya-sangat-cepat.

Dalam hitungan menit telah dapat berkembang biak sehingga merupakan sumber-daya-hayati-yang-sangat-potensial.

Mikroorganisme dapat memproses bahan-bahan menjadi suatu produk dalam waktu-yang-singkat.

2.Mudah-diperoleh-dari-lingkungan-kita.

3.Memiliki-sifat-tetap,tidak-berubah-ubah.

4. Melalui teknik rekayasa genetik para ahli dapat dengan cepat memodifikasi/mengubah sifat mikroorganisme sehingga dapat menghasilkan produk yang sesuai-dengan-yang-kita-inginkan.

5. Dapat menghasilkan berbagai produk yang dibutuhkan oleh manusia dan tidak tergantung-musim/iklim.

Pemanfaatan mikroorganisme untuk bioteknologi sangat membantu manusia untuk mengatasi berbagai masalah, misalnya di bidang makanan, pertanian, pengobatan, limbah, industri, dan lainnya. Sejak tahun 6000 SM, orang telah mengenal proses fermentasi pada bahan makanan misalnya untuk membuat bir. Namun, bukti bahwa mikroorganisme inilah yang melakukan fermentasi baru diketahui setelah penelitian yang dilakukan oleh Louis Pasteur (1857-1876). Saat ini, teknologi produksi bahan makanan melalui fermentasi dikategorikan dalam bioteknologi konvensional/klasik. Coba kalian sebutkan produk/bahan makanan atau minuman yang diproduksi melalui proses fermentasi. Teknologi yang telah diterapkan untuk menghasilkan produk dalam skala industri dengan menggunakan makhluk hidup, sistem atau proses bioteknologi dikategorikan sebagai bioteknologi modern. Bioteknologi modern ini sangat tergantung pada mikrobiologi, biokimia, dan rekayasa genetika.

II. Jenis –jenis bioteknologi

1.Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional biasanya dilakukan secara sederhana, tidak diproduksi dalam jumlah besar, tidak menggunakan prinsip-prinsip ilmiah dan hanya menggunakan mikroorganisme seperti jamur dan bakteri. Ciri khas yang tampak pada bioteknologi konvensional yaitu, adanya penggunaan makhluk hidup secara langsung dan belum tahu adanya penggunaan enzim. Contoh : tempe, oncom, tape, tuak, kecap

2. Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern biasanya dilakukan dengan peralatan canggih, diproduksi dalam jumlah besar, menggunakan prinsip-prinsip ilmiah, menggunakan mikroorganisme dan bagian dari mikroorganisme seperti tumbuhan dan hewan.

Contoh : Asam amino, penisilin, pengolahan limbah, pembasmi hama tanaman, pemisahan logam, obat.

Ada juga jenis atau cabang ilmu bioteknologi yang beberapa diantaranya diasosikan dengan warna, yaitu: Bir, salah satu produk bioteknologi putih konvensional.

1.Bioteknologi Merah (Red Biotechnology)

Bioteknologi merah merupakan cabang ilmu bioteknologi yang mempelajari pemanfaatan bioteknologi dalam bidang medis. Ruang lingkupnya meliputi pengobatan, mulai dari tahap preventif, diagnosis, dan pengobatan. Misalnya, manfaat bioteknologi yang dihasilkan adalah obat dan vaksin, penggunaan sel induk untuk pengobatan regeneratif, serta terapi gen untuk mengobati penyakit genetic dengan cara mengganti gen yang tidak normal dengan gen yang normal.

2.Bioteknologi Putih

Bioteknologi putih merupakan pemanfaatan bioteknologi yang dilakukan dalam bidang industri.

Manfaat bioteknologi dari bioteknologi putih antara lain pengembangan dan produksi senyawa baru serta pembuatan sumber energi yang terbarukan. Dengan memanfaatkan mikroorganisme, seperti bakteri atau ragi akan memudahkan proses dan pengolahan limbah industri.

3.Bioteknologi Hijau

Bioteknologi hijau biasa digunakan dalam bidang pertanian atau Peternakan. Dalam bidang pertanian, manfaat bioteknologi antara lain menghasilkan tanaman yang tahan hama, bahan makanan yang mengandung gizi tinggi, dan menghasilkan tanaman yang bermanfaat. Sementara itu, dalam bidang peternakan, manfaat bioteknologi diaplikasikan pada hewan, seperti sapi, kambing, atau ayam yang difungsikan sebagai bioreactor sebagai penghasil antibodi protein yang dapat membantu sel tubuh melawan senyawa asing.

4.Bioteknologi Biru

Bioteknologi biru biasa disebut bioteknologi perairan yang mengendalikan segala proses yang terjadi di lingkungan perairan. Bioteknologi ini dimanfaatkan untuk menumbuhkan ikan bersirip atau kerang-kerangan sebagai sumber makanan. Perkembangan bioteknologi biru ini memanfaatkan rekayasa genetika untuk menghasilkan tiram yang tahan penyakit. Selain itu, menhasilkan vaksin untuk melawan virus yang menyerang salmon dan ikan-ikan lainnya.

Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika adalah sebuah prosedur dasar untuk menghasilkan suatu produk bioteknologi. Pada umumnya, rekayasa genetika melakukan modifikasi pada makhluk hidup melalui transfer gen dari suatu organisme ke organisme lainnya. Secara umum, rekayasa genetika meliputi: Isolasi gen, Memodifikasi gen sehingga fungsi biologis lebih baik, Mentransfer gen tersebut ke organisme baru, Membentuk produk transgenetik.

III. Ilmu – ilmu yang terkait dengan Bioteknologi

Dewasa ini, setiap perkembangan ilmu yang dihasilkan manusia pasti diikuti dengan penerapannya dalam kehidupan. Ilmu tersebut dikembangkan dengan metode ilmiah dan diterapkan dalam bentuk teknologi. Hal ini terjadi juga pada biologi. Biologi telah berkembang dengan pesat, terutama cabang-cabang mikrobiologi dan genetika, serta cabang kimia yaitu biokimia. Cabang-cabang biologi dan kimia ini kemudian diterapkan dalam bentuk bioteknologi. Disamping itu perkembangan ilmu komputer juga mendukung pengembangan bioteknologi menjadi cabang ilmu bioinformatika.

1.Mikrobiologi

Mikrobiologi merupakan cabang biologi yang mempelajari tentang mikroba atau jasad renik. Pengaturan sifat-sifat dan struktur mikroba mendukung kemajuan bioteknologi. Misalnya, mikroba berupa bakteri dapat tumbuh pada kisaran suhu tertentu. Bakteri dapat digolongkan sebagai psikofil yang tumbuh pada suhu 0° C hingga 30° C, mesofil yang tumbuh pada suhu 25° C hingga 40° C, dan termofil yang tumbuh pada suhu 50° C atau lebih. Pengetahuan mengenai bakteri ini dapat digunakan saat membuat *yogurt*. *Yogurt* dibuat dari susu yang difermentasikan dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bukgaricus* pada suhu 40° C selama 2.5 sampai 3.5 jam.

2.Biologi-Sel

Biologi sel merupakan cabang biologi yang mempelajari sel. Pengetahuan mengenai sifat-sifat dan struktur sel akan mendukung aplikasi bioteknologi. Pengetahuan mengenai sifat protoplasma suatu sel yang dapat berfusi atau bergabung dengan protoplasma sel lain pada spesies yang sama, bermanfaat bagi aplikasi fusi sel di bidang pemuliaan tanaman sehingga dapat menghasilkan tanaman yang lebih unggul karena semua bagian sel bergabung, tidak seperti melakukan perkawinan antara bunga jantan dan betina. Selain itu pengetahuan mengenai sifat totipotensi pada sel-sel tanaman sangat bermanfaat untuk pengembangan kultur jaringan. Totipotensi merupakan kemampuan sel-sel tanaman hidup untuk berdefisiensi menjadi berbagai organ tanaman yang baru bahkan menjadi tanaman lengkap

3.Genetika

Genetika merupakan cabang biologi yang mempelajari sifat-sifat genetik makhluk hidup dan sistem pewarisannya dari satu generasi ke generasi berikutnya. Pemahaman mengenai bentuk dan karakteristik DNA (gen) yang berperan dalam mengontrol suatu sifat akan membantu percepatan kemajuan bioteknologi. Beberapa penemuan seperti tanaman tomat yang tidak mudah busuk, insulin yang dihasilkan oleh mamalia dan diperlukan untuk pengobatan diabetes telah dapat disintesis dengan memasukkan gen yang bertanggung jawab untuk insulin ke dalam bakteri *Escherichia coli* dan memproduksinya. Hal ini merupakan salah satu penerapan ilmu genetika dalam bioteknologi.

4.Biokimia

Biokima merupakan cabang ilmu kimia yang mempelajari makhluk hidup dari aspek kimianya. Biokimia menganggap hidup adalah menyangkut proses kimia, sehingga dengan pengetahuan biokimia maka ahli bioteknologi memperlakukan makhluk hidup sebagai bahan kimia yang dapat dipadukan dan direaksikan. Selain mikrobiologi, biologi sel, dan biokimia, ilmu-ilmu lain juga digunakan dalam bioteknologi. Contohnya virologi (ilmu mengenal virus), teknologi pangan, biologi pertanian, biologi kedokteran, biologi kehutanan dan ilmu komputer.

5.Fisika

Pengetahuan tentang benda-benda mati atau alat-alat yang dapat digunakan dalam penerapan bioteknologi juga akan membantu perkembangan bioteknologi.

Bioteknologi bukan merupakan ilmu murni,tetapi sebuah ilmu terapan yang dalam prosesnya terdapat beberapa komponen-komponen yang terlibat, adapun komponen-komponen tersebut ,antara lain: Bahan yang di proses sebagai bahan masukan(input), Makluk hidup yang menyelenggarakan proses, Prinsip-prinsip ilmiah yang mendasari semua proses, Hasil yang berupa produk barang dan jasa sebagai keluaran(output)

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang prinsip bioteknologi, jenis-jenis bioteknologi, ilmu-ilmu yang terkait dengan bioteknologi,
2. Kemudian dilakukan tanya jawab tentang bioteknologi, jenis-jenis bioteknologi, ilmu-ilmu yang terkait dengan bioteknologi,
3. Peserta diklat diminta mengamati model kultur jaringan, model rekayasa genetika, keju, yoghurt, minuman beralkohol, roti
4. Peserta diklat diminta mencatat atau mamotret/menggambar model tersebut dan dikaitkan dengan prinsip bioteknologi, jenis-jenis bioteknologi, ilmu-ilmu yang terkait dengan bioteknologi,
5. Selanjutnya fasilitator meminta peserta diklat melakukan praktik mengidentifikasi prinsip bioteknologi, jenis-jenis bioteknologi, ilmu-ilmu yang terkait dengan bioteknologi,
6. peserta diklat melakukan praktikum, prinsip bioteknologi, jenis-jenis bioteknologi, ilmu-ilmu yang terkait dengan bioteknologi, dengan LK sebagai berikut :

1. Lembar Kerja 1

Judul : Mengidentifikasi Jenis bioteknologi, contoh produk dan ilmu yang terkait

Tujuan : Setelah melakukan kegiatan ini peserta mampu mengidentifikasi jenis bioteknologi, contoh produk dan ilmu yang terkait

Alat/ Bahan :

- Referensi/ internet
- ATK
- Beberapa produk makanan / minuman/ produk lain

Cara Kerja:

- Amatilah beberapa produk yang tersedia
- Identifikasikan dalam jenis bioteknologi
- Analisislah produk tersebut dan ilmu apa yang terkait
- Hasil dari identifikasi tuangkan dalam tabel berikut

No	Jenis bioteknologi	Contoh produk	Ilmu yang terkait

- Buatlah laporan dan presentasikan agar mendapat masukan dari kelompok lain dan hasil akhir dikumpulkan
7. Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan / mempresentasikan hasil praktikum tentang prinsip bioteknologi, jenis- jenis bioteknologi, ilmu- ilmu yang terkait dengan bioteknologi,
8. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang prinsip bioteknologi, jenis-jenis bioteknologi, ilmu- ilmu yang terkait dengan bioteknologi,
9. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang, prinsip bioteknologi, jenis- jenis bioteknologi, ilmu- ilmu yang terkait dengan bioteknologi,
10. Peserta diklat menyimpulkan tentang mengidentifikasi mengidentifikasi prinsip bioteknologi, jenis- jenis bioteknologi, ilmu- ilmu yang terkait dengan bioteknologi,
11. Fasilitator meminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
12. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang mengidentifikasi prinsip bioteknologi, jenis- jenis bioteknologi, ilmu- ilmu yang terkait dengan bioteknologi, dan menyampaikan materi yang belum jelas
13. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , fasilitator memberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat
14. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes

E.Latihan/Kasus/Tugas

1. Latihan

Setelah anda mempelajari materi prinsip bioteknologi, jenis- jenis bioteknologi, ilmu- ilmu yang terkait dengan bioteknologi, selanjutnya jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Ciri utama era Bioteknologi generasi pertama yaitu...

- a. Rekayasa genetika telah digunakan di bidang kedokteran dan farmasi
- b. Mikroba sudah dimulai digunakan
- c. Antibody monoclonal sudah mulai diproduksi
- d. masalah-masalah lingkungan banyak ditangani secara biologis dengan penggunaan mikroba
- e. Mikroba lebih difokuskan untuk digunakan dalam pengawetan atau pembuatan makanan dan minuman

2.Bioteknologi kultur jaringan akan berhasil bila memenuhi persyaratan di bawah, kecuali...

- a. pemilihan eksplan yang baik
- b. penggunaan medium yang cocok
- c. dilakukan dalam keadaan aseptic
- d. eksplan ditepatkan pada suhu tinggi secara intesif
- e. pengaturan suhu lingkunagan yang baik

3.bioteknologi berikut menggunakan jasad renik sebagai bahan dasar, manakah bioteknologi yang menggunakan dasar tersebut..

- a. bioteknologi konvensional
- b.bioteknologi modern
- c. bioteknologi
- d. aotoknelogi

e. kultur jaringan

4. Perhatikan komponen-komponen yang digunakan dalam rekayasa genetika dibawah ini:

1. Kromoson
2. Sel tumbuhan
3. enzim
4. virus
5. sel bakteri

Tiga komponen utama yang diperlukan untuk melakukan bioteknologi tanaman transgenic adalah nomor

- a. 1,4 dan 5
 - b. 1,3, dan 5
 - c. 1,3, dan 4
 - d. 2,3, dan 5
 - e. 2,3, dan 4
5. Antibodi monoklonal dihasilkan oleh sel-sel hibridoma yang dapat membelah diri secara terus-menerus. Kemampuan membelah diri diperoleh dari..
- a. sel-sel mieloma yang digabung dengan sel-sel pernghasil antibodi
 - b. Sel-sel penghasil antitibodi
 - c. Pemberian nutrisi pada sel tersebut
 - d. mitokondira
 - e. pelakuan secara kimia agar sel-sel dapat membelah
6. Hibridoma sering digunakan untuk memperoleh antibodi. Sel hibridoma merupakan peleburan dari...
- a. sel bakteri dengan sel kanker

- b. sel bakteri dengan sel limfosit
- c. sel kanker dengan sel limfosit
- d. sel kanker dengan sel telur
- e. sel telur dengan sel tubuh

7. kloning masih merupakan kontroversi antara bencana dan keberhasilan dalam bidang bioteknologi. Kloning pada domba merupakan rekayasa genetika yang dilakukan pada tingkat...

- a. sel
- b. jaringan
- c. organ
- d. sistem organ
- e. organisme

8. berikut adalah tahapan dalam bioteknologi plasmid

- 1. replikasi
- 2. pembuatan wahan
- 3. isolasi gen asing
- 4. produksi
- 5. ekstrasi cincin plasmid
- 6. pemasukan plasmid kedalam sel bakteri

urutan yang sesuai adalah

- a. 1-2-3-4-5-6
- b. 2-5-3-6-4-1
- c. 3-5-4-2-1-6
- d. 3-5-2-6-1-4

e.4-5-6-1-2-3

9. Rekayasa genetika terhadap hewan bertujuan untuk..

- a. mempercepat produktivitas hewan
- b. mengurangi keanekaragaman
- c. memperbaiki kualitas induk hewan
- d. mempercepat pertumbuhan
- e. mendapat ternak unggul

10. pemanfaatan sifat totipotensi dalam proses kultur jaringan pada tumbuhan adalah untuk memperoleh..

- a. anakan seragam dalam jumlah besar
- b. cepat banyak yang sifatnya lebih dari induknya
- c. bibit unggul
- d. bibit unggul yang bergizi
- e. anakan yang diperlukan untuk hibridasi

11. salah satu pemanfaatan bioteknologi adalah pembuatan hormon insulin dengan cara..

- a. menyisipkan gen bakteri ke dalam DNA pankreas manusia
- b. menyisipkan gen pankreas manusia ke dalam palsmid bakteri
- c. menyambungkan DNA manusia dan DNA bakteri
- d. menyambungkan kromosom manusia dengan bakteri
- e. transplasasi pankreas

12. Hewantumbuhan yang menerima perlakuan rekayasa genetika disebut..

- a. transplan
- b. eksplan

- c.klon
 - d.transgenik
 - e.kalus
13. insulin dapat dihasilkan oleh sel bakteri melalui proses bioteknologi rekayasa genetika, yaitu..
- a. peleburan into sell pankreas dengan bakteri
 - b. pemindahan gen bakteri kedalam sel pancreas
 - c. peleburan sel bakteri dengan DNA
 - d. penyambungan DNA sel pankreas dengan bakteri
 - e. peleburan sel pankreas dengan sel abkteri
14. Bahan alami yang membantu tubuh untuk memerangi infeksi virus sekarang telah dapat diperbanyak secara bioteknologi. Zat tersebut adalah...
- a.insulin
 - b.antibiotika
 - c.interferon
 - d.sefalosporia c
 - e.riboflavin
15. Contoh dari biotechnology modern adalah
- a. rekayasa genetika pada hewan tertentu
 - b. pembuatan tempe
 - c.pembuatan keju
 - d.pembuatan tapai
 - e. Roti basi

F. Rangkuman

A. Pengertian bioteknologi

Bioteknologi adalah penggunaan makhluk hidup dan proses di dalamnya untuk menghasilkan produk tertentu. Dalam bioteknologi memanfaatkan bakteri, ragi, kapang, alga, sel tumbuhan atau jaringan. Penerapan bioteknologi memadukan berbagai disiplin ilmu seperti mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi molekuler, kimia, rekayasa proses dan teknik kimia.

B. Macam Bioteknologi

Biteknologi dibedakan menjadi 2 yaitu : Bioteknologi konvensional dan Bioteknologi modern

1. Bioteknologi konvensional

Merupakan bioteknologi yang memanfaatkan mikroorganisme secara langsung untuk memproduksi makanan.

Beberapa contoh produk boiteknologi konvensional :tempe, kecap, keju, yoghurt, roti , nata de coco , tape rem padat, . oncom Kacang tanah , Minuman anggur

2. Bioteknologi modern

Penggunaan mikroorganisme tidak langsung seperti bioteknologi konvensional, tetapi menggunakan mikroorganisme yang direkayasa, sehingga menjadi lebih efektif dan efisien.

Bioteknologi modern memanfaatkan organism dalam tingkat seluler atau molekuler , misalnya dalam teknologi reproduksi dan rekayasa genetika.

3. Rekayasa genetika

Rekayasa genetika merupakan suatu cara memanipulasikan gen untuk menghasilkan makhluk hidup baru dengan sifat yang sesuai dengan keinginan. Rekayasa genetika disebut juga pencangkokan gen atau rekombinasi DNA. Di bidang pertanian sering mendengar tanaman transgenik adalah tanaman hasil

rekayasa genetika sering disebut juga dengan istilah GMO (Genetically Modified Organism), misalnya jagung, tomat, kentang yang mempu

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan , apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan Pengertian bioteknologi		
2	Dapat prinsip dasar bioteknologi		
3	Dapat membedakan bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern		
4	Dapat menyebutkan produk- produk yang dihasilkan dari bioteknologi konvensional		
5	Dapat menyebutkan produk- produk yang dihasilkan dari bioteknologi modern		
6	Dapat menentukan ilmu- ilmu yang terkait dengan bioteknologi		

Apabila anda menjawab pada kolom **Ya** secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom **tidak**, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom **tidak tersebut** .

2. Kegiatan Pembelajaran ke-2

MENGIDENTIFIKASI DAMPAK PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI

A. TUJUAN

Setelah menyelesaikan kegiatan ini Peserta diklat mampu mengidentifikasi dampak pengembangan bioteknologi

B.INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi pengembangan bioteknologi dengan benar
2. Peserta diklat mampu mengidentifikasi Dampak pengembangan bioteknologi dengan benar dalam kehidupan

C.URAIAN MATERI

I. Pengembangan Bioteknologi

Dalam perkembangannya, bioteknologi banyak didukung ilmu-ilmu yang berbasis molekuler seperti biologi molekuler, genetika molekuler, sel, jaringan dan biokimia. Dukungan yang tak kalah pentingnya yaitu dari sarana computer yang memadai (canggih), karena bidang kajian bioteknologi adalah fenomena hayati pada tingkat molekuler yang memerlukan efisiensi serta akurasi perhitungan-perhitungan yang rumit. Perkembangan bioteknologi dapat dikelompokkan menjadi empat tahapan sebagai berikut.

- a. Bioteknologi pada era generasi pertama yaitu bioteknologi sederhana pada produksi makanan dan tanaman serta pengawetan makanan melalui penggunaan mikroba secara tradisional.

Pada tahun 6000 SM orang-orang Babilonia telah berhasil membuat bir dengan fermentasi jasad renik. Peristiwa ini merupakan proses bioteknologi yang tertua. Tiga ribu tahun kemudian, orang-orang Sumeria mampu mengembangkan pembuatan bir hingga memiliki berbagai cita rasa (20 macam). Hingga saat sekarang, bioteknologi dapat memberdayakan jenis-jenis minuman serta tanaman dalam varietas yang beragam. Contoh-contoh produk era ini antara lain pembuatan tempe, tape, dan cuka.

- b. Bioteknologi pada era generasi kedua yaitu proses bioteknologi yang berlangsung dalam keadaan tidak steril. Peristiwa ini merupakan bentuk fermentasi di tempat yang terbuka, sehingga dapat memungkinkan terkontaminasi oleh mikroorganisme lainnya. Fermentasi adalah suatu proses perombakan dari senyawa yang lebih kompleks menjadi senyawa yang lebih

sederhana dengan bantuan mikroorganisme. Beberapa jenis produk yang dihasilkan oleh bioteknologi ini, antara lain etanol, asam asetat, asam sitrat, asam laktat, dan gliserin. Sekarang proses pembuatan kompos atau pengolahan limbah juga merupakan contoh jenis bioteknologi fermentasi ini.

- c. Bioteknologi pada era generasi ketiga, yaitu proses bioteknologi yang berlangsung dalam kondisi steril. Bioteknologi jenis ini merupakan proses-proses biologis atau fermentasi di tempat yang tertutup sehingga menjaga jangan sampai ada mikroorganisme luar yang mengontaminasi. Beberapa contoh produk hasil bioteknologi ini, antara lain jenis obat-obat antibiotika (pinisilin, tetrasiklyn, streptomisiyn, kloromfenikol, dan vitamin B12, giberin, kortison atau steroid lainnya, asam amino terutama asam glutamat, dan berbagai enzim).
- d. Bioteknologi pada era generasi baru, yaitu proses bioteknologi yang diterapkan pada hasil keilmuan baru (bioteknologi baru).

Berbagai hasil keilmuan baru tentang penerapan bioteknologi sebagai berikut.

- 1) Penelitian tentang enzim, yang mempelajari tentang aktivitas sel-sel dan enzim yang diatur aktivitasnya. Salah satu contohnya adalah produksi insulin, interferon, dan antibodi monoklonal.
- 2) Keilmuan tentang rekayasa genetika. Rekayasa genetik merupakan usaha untuk mengubah atau memanipulasi bahan/materi genetik suatu organisme secara invitro melalui penambahan, penggantian, pengurangan, atau modifikasi gen sehingga diperoleh ciri-ciri dengan kemampuan baru. Penambahan gen dilakukan dengan teknologi rekombinan DNA atau yang sering disebut kloning gen. Misalnya, membuat DNA rekombinan yang memiliki program untuk membuat insulin. Insulin adalah protein yang bertugas mengontrol metabolisme gula darah dalam tubuh manusia, dan sebagainya. Teknologi ini memberikan kesempatan tak terbatas bagi terbentuknya kombinasi baru dari gen, yang tentunya tidak akan terjadi secara alami pada kondisi normal.

Rekayasa genetik dimulai sejak Mendell menemukan faktor yang diturunkan, kemudian sebuah penelitian terhadap transfer DNA bakteri dari suatu sel ke sel yang lainnya melalui lingkaran DNA kecil yang disebut plasmid. Plasmid berfungsi sebagai kendaraan pemindah atau vektor.

Bioteknologi menjadi solusi ketersediaan pangan murah dan berkualitas tinggi

Industri apapun selalu berusaha untuk mengembangkan teknologi baru yang memungkinkan produksi yang lebih aman dan efisien, terutama dari segi biaya. Dengan efisiensi dan efektifitas dapat dipastikan bahwa keuntungan yang dihasilkan akan lebih besar. Demikian juga halnya dengan industri pangan. Di tengah kenaikan harga pangan dan komoditas global dan kekhawatiran mengenai terbatasnya pasokan, teknologi memegang peranan yang makin penting bagi ekonomi, terutama sekali untuk menjaga pasokan pangan global. Bioteknologi pertanian saat ini makin memegang peranan di seluruh dunia sebagai metode untuk memperbanyak produksi tanaman.

Di tengah kenaikan populasi global, peningkatan ketersediaan dan kesinambungan komoditas pangan menjadi tantangan tersendiri bagi industri pertanian. Bagi pelaku industri pangan hal ini merupakan sebuah kesempatan yang baik, karena peningkatan permintaan akan memberikan kesolidan terhadap harga pangan sehingga memungkinkan peningkatan pasokan. Akan tetapi Jack Boyne selaku juru bicara Bayer's menyatakan bahwa seiring ledakan penduduk yang akan terjadi, tampaknya hal tersebut justru harus disikapi dengan lebih bijaksana dan mengharuskan rencana dan penanganan khusus.

Boyne mengatakan bahwa fakta mengenai industri pertanian yang sedang naik memang memberikan ruang untuk bersikap optimis. Akan tetapi jika kita memikirkan bahwa di tahun 2050 mendatang bumi akan dihuni oleh 3 miliar orang, hal tersebut mungkin akan menghentikan trend positif yang saat ini sedang berkembang. Karena itulah pemerintah AS menggiatkan pengembangan bioteknologi pertanian, terutama untuk menciptakan jenis tumbuhan yang tahan hama serta herbisida yang toleran bagi tanaman. Hal-hal tersebut penting agar para petani dapat mengembangkan produksi tanaman mereka sementara tetap mempertahankan biaya produksi yang rendah.



Gambar 1.Jenis- jenis bioteknologi ,sumber (Compbell 2006)

Perkembangan baru di bidang bioteknologi pertanian saat ini adalah untuk mengembangkan jenis tanaman yang toleran terhadap minimnya air. Air merupakan isu kritis bahwa beberapa kawasan di dunia di mana ketersediaan air menjadi masalah. Saat ini perusahaan Mosanto yang bekerja sama dengan BASF dari jermansudah mengembangkan varietas jagung yang tahan kekeringan. Varietas tersebut sedang menunggu hasil uji dari Departemen Pertanian AS. Perusahaan lain juga telah berusaha mengembangkan metode yang lebih ramah lingkungan dalam produksi pangan. Perusahaan Arcadia Biosciences sedang berusaha menciptakan teknologi yang memungkinkan tanaman menggunakan nitrgogen dengan lebih efisien sehingga petani dapat menghemat pupuk berbasis nitrogen – mengheat secara ekonomis dan mengurangi dampak lingkungan – sementara menjaga agar hasil yang diperoleh sama dengan metode konvensional. Menurut penelitian pada tahun 2007 lalu bioteknologi telah meningkatkan produksi kedelai hingga 30% per acre di seluruh dunia. Sementara itu jagung dan canola mengalami peningkatan produksi hingga 7.6% dan 8.5% per acre. Pada periode 1996 hingga 2008 tanaman hasil budidaya bioteknologi telah menghasilkan benefit ekonomi senilai 52 miliar dolar bagi para petani.

Bioteknologi Mulai Menarik Minat Negara-Negara Berkembang

Sebagian besar negara yang berisiko untuk mengalami keterbatasan pasokan pangan merupakan negara berkembang. Bioteknologi telah diterakpan secara luas di Negara-negara maju, meskipun tidak jarang penerapannya menuai kontroversi. Saat ini Negara-negara berkembang juga mulai melirik bioteknologi sebagai salah satu metode pengembangan pangan. Salah satu contoh dari penerapan bioteknologi ini adalah beras emas, yang disebut-sebut dapat mengatasi masalah kesehatan anak-anak di Negara berkembang. Zat beta

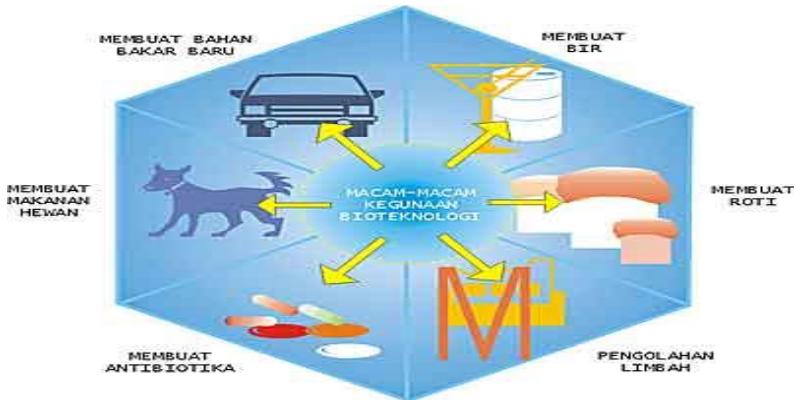
karoten, yang diubah oleh tubuh menjadi vitamin A, dihasilkan secara alami di batang dan daun padi, akan tetapi tidak di bijinya. Dengan beras emas, biji padi (beras) yang dihasilkan akan mengandung beta karoten. Beras emas akan mulai diproduksi di Filipin pada tahun 2013 mendatang. Beras emas ini merupakan harapan bagi anak-anak di Negara berkembang untuk mencegah kebutaan. Diestimasi bahwa jumlah kematian anak perhari akibat kekurangan vitamin A mencapai angka 6,000 orang. Oleh karena itu dengan beras emas yang mengandung beta karoten tersebut diharapkan akan menjadi pencegah yang potensial. Kristanto Nugroho memberikan opini mengenai permasalahan bioteknologi ini. Dari hasil research dilaporkan bahwa pada tahun 1960 ratio setiap satu petani memberi makan 26 orang per tahun, dan sekarang setiap satu petani memberi makan 155 orang per tahun. Dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan terbatasnya pengembangan lahan pertanian, maka dituntut produktifitas per lahan-nya meningkat untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia. Namun dengan pengembangan bioteknologi terbukti mampu memperbaiki kesehatan tanaman pangan, meningkatkan yield dari tanaman pangan tersebut dan juga mengurangi ongkos pengadaan sehingga lebih efisien. Disisi lain bioteknologi juga mampu mempertahankan yield tanaman pangan terhadap serangan penyakit, hama dan perubahan cuaca, dimana secara perhitungan hasil pangan global akibat serangan penyakit dan hama saja bisa turun hingga 35%. Namun dengan ditemukannya berbagai varietas yang tahan kering dan tahan penyakit, membuat yield tanaman pangan bisa dipertahankan untuk meningkat. Salah satu solusi yang paling tepat untuk meningkatkan ketersediaan tanaman pangan serta mengembangkan keanekaragaman hayati adalah dengan memanfaatkan bioteknologi. Bioteknologi, atau pemanfaatan sumber daya hayati melalui rekayasa genetik, telah terbukti mampu menyokong produksi tanaman pangan yang adaptif terhadap perubahan iklim serta tahan kekeringan dan hama tertentu. Sebut saja tanaman tebu rekayasa genetika yang merupakan hasil penelitian Bambang beserta tim CDAST Universitas Jember. Berbeda dengan tebu biasa, tebu produk rekayasa genetika (PRG) ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu toleran terhadap kondisi lahan kering dan memiliki tingkat produksi 20 hingga 30 persen lebih tinggi dibandingkan tebu jenis lainnya. Tebu PRG sendiri sudah disetujui oleh Komisi Keamanan Hayati, dan mendapatkan rekomendasi dari Menteri Lingkungan Hidup. Kementerian Pertanian pun sudah

mulai memperkenalkan tebu ini kepada masyarakat luas. Di Indonesia mengembangkan tebu PRG. Utamanya, tebu PRG toleran kekeringan, tebu PRG rendemen tinggi, tebu PRG tahan virus dan benih sintetik tebu. Soal kualitas, tanaman PRG yang dimanfaatkan dan dilepas telah diuji terlebih dahulu, sehingga kualitas dan hasil panennya lebih baik. Dibandingkan dengan persilangan konvensional, perakitan tanaman lewat bioteknologi lebih akurat dan lebih singkat waktunya," "Setiap organisme atau tanaman PRG yang dilepas harus secara substansi, sepadan dengan tanaman asalnya, tidak menularkan sifatnya ke organisme lain, tidak mengganggu keseimbangan ekosistem yang ada, tidak mengandung senyawa toksid, tidak mengandung senyawa alergen, dan masih ada beberapa persyaratan lainnya," pungkas Bambang. Kemudian ia melanjutkan, "Semua persyaratan dikaji dan diuji secara akurat dan akademis, serta sertifikasi dikeluarkan oleh kementerian yang bersangkutan dan juga BPOM. Sebenarnya, sebelum dikeluarkan sertifikasinya, informasi tanaman PRG di-posting secara terbuka di website IndoBIC (Indonesian Biotechnology Information Center) selama 60 hari. Masyarakat bisa memberikan tanggapan mereka terhadap organisme tersebut." Untuk mencapai swasembada pangan dan pertanian yang berkelanjutan, perjalanan sekaligus perjuangan Bambang dan para peneliti lainnya masih cukup panjang. Malah, riset bioteknologi harus senantiasa dilakukan dan ditingkatkan. Sebab, seiring dengan berjalanannya waktu, tentu akan ada tantangan-tantangan baru yang perlu diatasi. Oleh karena itu, pemerintah harus memberikan perhatian lebih kepada riset bioteknologi. Perhatian yang diharapkan pun tak hanya dalam bentuk bantuan dana, tetapi juga penetapan peraturan pemerintah mengenai bioteknologi.

"Harapan masyarakat ke depan adalah pengembangan bioteknologi tanaman bisa lebih maju lagi, sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas dan meningkatkan produksi tanaman, serta menyediakan pangan yang berkecukupan bagi masyarakat. Bioteknologi tidak hanya dapat digunakan untuk meningkatkan produksi pertanian, tetapi juga untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi,"

II. Dampak pengembangan bioteknologi dalam kehidupan

Dampak pengembangan bioteknologi



Gambar 2.Dampak pengembangan bioteknologi,Sumber <http://3.bp.blogspot.com>

Perkembangan bioteknologi telah melalui sejarah yang panjang sebelum manipulasi genetik mulai berkembang. Secara tidak langsung masyarakat telah banyak melakukan kegiatan bioteknologi, walaupun tanpa sebutan bioteknologi, seperti: pemanfaatkan mikroba pada proses fermentasi untuk membuat minuman, roti, keju. Proses seleksi tanaman yang dilakukan oleh para petani untuk mendapatkan tanaman unggul maupun melalui persilangan juga merupakan kegiatan bioteknologi, demikian juga dengan penangkaran hewan. Kegiatan seperti diatas ini juga disebut sebagai bioteknologi-tradisional. Sebaliknya, bioteknologi modern yang menggunakan proses rekayasa genetika mulai berkembang setelah penemuan struktur DNA sekitar tahun 1950, yang diikuti dengan penemuan-penemuan lainnya, seperti: enzim pemotong DNA (enzim restriksi endonuklease), enzim yang dapat menggabungkan DNA (enzim ligase). Selanjutnya ditunjukkan dengan keberhasilan menciptakan DNA rekombinan melalui penggabungan DNA dari dua makhluk hidup yang berbeda. Teknologi DNA rekombinan atau yang juga-dikenal-dengan-teknik-kloning merupakan contoh bioteknologi modern. Bioteknologi pada saat ini lebih didasarkan kepada teknik manipulasi atau rekayasa DNA. Manipulasi DNA dimulai dengan mengisolasi DNA yang bertanggung jawab untuk sifat tertentu dengan bantuan enzim pemotong DNA, selanjutnya digabungkan dengan bantuan enzim ligase dan memindahkannya pada makhluk hidup yang berbeda seperti bakteri, hewan

dan tumbuhan (Gambar 13.3). Hasil dari teknik tersebut diantaranya adalah insulin manusia yang dihasilkan dengan bantuan bakteri *E. coli*, kloning domba Dolly, tanaman kapas tahan insektisida. Bioteknologi sampai saat ini telah memberikan sumbangan yang cukup besar terhadap kesejahteraan manusia, antara lain:

1. Dapat menghasilkan energi
2. Bermanfaat dalam bidang medis, pertanian, dan peternakan
3. Berperan dalam penguraian limbah
4. Bermanfaat dalam pembuatan bahan makanan dan minuman
5. Dapat menghasilkan zat yang bermanfaat.

Akan tetapi, ternyata bioteknologi juga memunculkan dampak negatif.

Dampak negatif bioteknologi, antara lain sebagai berikut.

1. Dengan adanya rekayasa genetika yang dapat menghasilkan makhluk hidup baru, masyarakat beranggapan bahwa ini telah melawan kodrat sehingga masyarakat banyak yang belum dapat menerima.
2. Dengan adanya makhluk hidup hasil transgenik muncul kekhawatiran masyarakat terhadap keseimbangan lingkungan, sehingga berpendapat bahwa muncul dampak negatif terhadap lingkungan.
3. Kasus bayi tabung belum ada perangkat hukum yang mengatur. Apalagi seandainya muncul pengkloningan manusia.

Penanggulangan dampak negatif bioteknologi

Bioteknologi telah menghasilkan produk-produk yang bermanfaat untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Namun perlu juga diperhatikan dampak negatif dari perkembangan bioteknologi tersebut. Beberapa dampak negatif yang mungkin timbul akibat perkembangan bioteknologi adalah berikut ini:

1. Alergi

Gen asing yang disisipkan pada makhluk hidup yang menjadi makanan manusia dapat menyebabkan alergi terhadap individu tertentu. Untuk mencegahnya perlu dilakukan pengujian dalam jangka waktu yang lama untuk memastikan ada tidaknya efek negatif tersebut terhadap konsumen. Selain itu, produk yang

mengandung makhluk hidup hasil rekayasa genetik bioteknologi harus diberi label dengan jelas guna memberi informasi kepada konsumen mengenai produk yang dikonsumsi.

2. Hilangnya plasma nutfah

Akibat budidaya hewan dan tumbuhan unggul atau pertanian konvensional yang monokultur dapat mengakibatkan plasma nutfah atau keanekaragaman makhluk hidup dapat musnah. Kepunahan plasma nutfah dapat diatasi dengan melakukan pemeliharaan berbagai jenis hewan dan tumbuhan di situs konservasi tertentu.

Selain itu penggunaan yang terus menerus dari tanaman unggul tahan herbisida, insektisida juga ditakutkan dapat menyebabkan munculnya gulma maupun hama baru.

3. Rusaknya Eksosistem

Tanaman kapas Bt selain menyebabkan matinya hama ulat yang memakannya, juga diduga menyebabkan larva kupu-kupu ikut mati. Akibat gangguan dan perubahan kondisi lingkungan yang tidak seimbang dapat menyebabkan rusaknya suatu ekosistem.

D .Aktivitas Pembelajaran

1. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang pengembangan bioteknologi dan dampak pengembangan bioteknologi dalam kehidupan
2. Kemudian dilakukan tanya jawab tentang pengembangan bioteknologi dan dampak pengembangan bioteknologi dalam kehidupan , peserta diklat mengamati slide, gambar tentang inseminasi buatan, fertilisasi invitro, kloning, rekayasa genetika
3. Peserta diklat diminta mengamati tanaman yang kebal terhadap hama , tanaman yang memfiksasi nitrogen bebas dari udara (fam. Legumenose), tentang inseminasi buatan, fertilisasi invitro, kloning, rekayasa genetika
4. Peserta diklat diminta mencatat atau mamotret/ menggambar proses yang terjadi pada tumbuhan hijau , tentang inseminasi buatan, fertilisasi invitro, kloning, rekayasa genetika

5. Selanjutnya fasilitator meminta peserta diklat melakukan praktik pengembangan bioteknologi dan dampak pengembangan bioteknologi dalam kehidupan
6. peserta diklat melakukan praktikum , pengembangan bioteknologi dan dampak pengembangan bioteknologi dalam kehidupan dengan LK sebagai berikut :

Judul LK: Fermentasi Air Asina Rebung

Prosedur Praktikum

Dalam prosedur praktikum kali ini di bagi dua tahap yaitu yang di lakukan di rumah dan di laboratorium.

- Dirumah
- Terlebih dahulu tiap kelompok membuat air asinan, siapkan Rebung dalam kondisi yang sudah dibersihkan dan di iris kecil-kecil
- lalu siapkan air bersih dan garam dapur. Buatlah larutan garam dengan konsentrasi yang berbeda-beda (2 buah toples) dengan kadar 15% dan 20% sebanyak 2 liter air (diaduk hingga rata)
- masukkan potongan-potongan rebung tadi ke tiap-tiap toples, selanjutnya tutup rapat dan diberi lubang-lubang kecil
- rendaman rebung ini di fermentasi selama 3 hari (terhitung dari senin-rabu)
- setelah 3 hari dilakukan proses penyaringan dengan saringan, dan tampung air fermentasi rebung tersebut ke toples yang bersih, setelah itu lakukan pengamatan meliputi: warna air rendaman, odor, dan nilai PH
- prosedur kerja selanjutnya yg di lakukan dirumah yaitu menyiapkan ikan nila yg sudah di siangi sebanyak 1 kg (dibagi untuk 2 perlakuan)
- Di Laboratorium
- Ikan nila yg di siapkan dari rumah direndam menggunakan air fermentasi tebung tersebut, waktu perendaman 30 menit
- Kemudian di lakukan pengamatan pada ikan nila tersebut (pengamatanya: penampakan, odor, texture dari daging ikan)
- Kerjaan selanjutnya dilakukan proses penggorengan pada ikan tersebut hingga benar-benar matang
- Setelah selesai proses pemakasakan, lalu di lakukan pengamatan kembali (penampakan, odor, texture dari daging ikan)



Gambar3 , Proses penyaringan rebung



Gambar 4, Air rendaman fermentasi rebung



Gambar 5 , . ikan nila di rendam sebelum di goreng bertujuan memberi citra rasa

Buatlah laporan hasil praktik anda dan presentasikan serta tunjukkan hasilnya pada teman- teman dan fasilitator

Hasil akhir dikumpulkan kepada fasilitator

7. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang pengembangan bioteknologi dan dampak pengembangan bioteknologi dalam kehidupan
8. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang pengembangan bioteknologi dan dampak pengembangan bioteknologi dalam kehidupan
9. Peserta diklat menyimpulkan tentang pengembangan bioteknologi dan dampak pengembangan bioteknologi dalam kehidupan
10. Fasilitator meminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
11. Peserta diklat membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang pengembangan bioteknologi dan dampak pengembangan bioteknologi dalam kehidupan menyampaikan materi yang belum jelas
12. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , fasilitator memberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat
13. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes

D.Latihan/Kasus/Tugas

.LATIHAN

A. Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang tepat!

1. Mikroorganisme yang bukan digunakan untuk bioteknologi adalah....
 - a. *Rhizopus oryzae*
 - b. *Sacharomyces cereviceae*
 - c. *Streptococcus thermophilus*
 - d. *Acetobacter xylinum*
 - e. *Salmonella thyposa*
2. Penerapan bioteknologi untuk mendapatkan varietas-varietas unggul akan menjurus pada
 - a. meningkat jenis hama tanaman
 - b. meningkat keanekaragaman genetik
 - c. meningkat keanekaragaman ekologi

- d. menurunkan kualitas produk pertanian
 - e. menurunkan kualitas lingkungan
- 3. Suatu perkebunan besar di Kalimantan memerlukan bibit unggul yang seragam dan dalam jumlah besar. Teknik perbanyak tanaman yang dapat dilakukan untuk memenuhi permintaan tersebut adalah
 - a. stek
 - b. menempel
 - c. DNA rekombinan
 - d. kultur jaringan
 - e. menyambung
- 4. Salah satu hasil rekayasa genetik di bidang pertanian yang merupakan sumber daya hayati adalah
 - a. kelapa hibrida
 - b. mangga harum manis
 - c. mangga golek
 - d. durian Lampung
 - e. salak manis
- 5. Pemuliaan tanaman untuk mendapatkan bibit unggul dengan cara memindahkan gen tertentu dari suatu spesies lain dengan perantaraan mikroorganisme dikenal sebagai
 - a. kultur jaringan
 - b. rekayasa genetik
 - c. transplantasi
 - d. radiasi induksi
 - e. mutasi buatan
- 6. Dibawah ini yang bukan pemanfaatan bioteknologi di bidang peternakan adalah
 - a. kloning embrio
 - b. domba cloning Tracey
 - c. kloning transfer inti

- d. domba kloning Dolly
 - e. tomat dan wortel mini
7. Rekayasa genetik dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas sumber daya hayati. Salah satu diantaranya adalah
- a. kedelai muria hasil radiasi
 - b. jambu tanpa biji hasil okulasi
 - c. jeruk manis hasil penyilangan
 - d. semangka manis hasil stek
 - e. tanaman padi tahan kekeringan
8. Dampak negatif pemuliaan tanaman biji- bijian dengan cara radiasi induksi adalah....
- a. tidak dapat ditanam di sembarang tempat
 - b. tanaman mudah terserang oleh berbagai jenis hama
 - c. tidak dapat berkembang biak secara vegetatif
 - d. harus diusahakan pembibitan terkontrol
 - e. bila biji ditanam tidak berkecambah
9. Tindakan yang mungkin dilakukan manusia untuk mencegah dampak negatif dari bioteknologi adalah....
- a. menggunakan bibit lokal supaya tanaman lebih adaptif
 - b. menggunakan pestisida pekat untuk memberantas hama
 - c. untuk menghambat perkembangbiakan hama dilakukan sistem monokultur
 - d. meningkatkan produksi dengan melaksanakan pemupukan dengan pupuk buatan
 - e. memanfaatkan mikroorganisme transgenik dalam pengelolaan limbah
10. Kerugian penggunaan radiasi dalam penemuan bibit unggul tanaman poliploid adalah....
- a. menghasilkan tanaman yang beragam
 - b. terbentuk jenis baru yang tidak unggul
 - c. tanaman tidak bisa berkembang biak secara generatif
 - d. timbul sifat letal pada tanaman
 - e. punahnya plasma nutfah jenis tertentu

F. Rangkuman

Penerapan bioteknologi pada masa lalu dibuktikan antara lain dengan penemuan vaksin, antibiotik, dan insulin walaupun masih dalam jumlah yang terbatas akibat proses fermentasi yang tidak sempurna. Perubahan signifikan terjadi setelah penemuan bioreaktor oleh Louis Pasteur. Dengan alat ini, produksi antibiotik maupun vaksin dapat dilakukan secara massal.

Pada masa ini, bioteknologi berkembang sangat pesat, terutama di negara negara maju. Kemajuan ini ditandai dengan ditemukannya berbagai macam teknologi semisal rekayasa genetika, kultur jaringan, DNA rekombinan, pengembangbiakan sel induk, kloning, dan lain-lain. Teknologi ini memungkinkan kita untuk memperoleh penyembuhan penyakit-penyakit genetik maupun kronis yang belum dapat disembuhkan, seperti kanker ataupun AIDS. Penelitian di bidang pengembangan sel induk juga memungkinkan para penderita stroke ataupun penyakit lain yang mengakibatkan kehilangan atau kerusakan pada jaringan tubuh dapat sembuh seperti sediakala. Di bidang pangan, dengan menggunakan teknologi rekayasa genetika, kultur jaringan dan DNA rekombinan, dapat dihasilkan tanaman dengan sifat dan produk unggul karena mengandung zat gizi yang lebih jika dibandingkan tanaman biasa, serta juga lebih tahan terhadap hama maupun tekanan lingkungan. Penerapan bioteknologi pada masa ini juga dapat dijumpai pada pelestarian lingkungan hidup dari polusi.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan , apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan pengembangan bioteknologi		
2	Dapat mengidentifikasi dampak pengembangan bioteknologi (dampak positif)		
3	Dapat mengidentifikasi dampak pengembangan bioteknologi (dampak negatif)		
4	Dapat melakukan upaya penanggulangan terhadap dampak negatif dari pengembangan bioteknologi		

Apabila anda menjawab pada kolom **Ya** secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom **tidak**, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom **tidak tersebut** .

Kegiatan Pembelajaran 3

PERANAN BIOTEKNOLOGI DALAM KEHIDUPAN

A.Tujuan

Setelah menyelesaikan pembelajaran ini peserta diklat mampu mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam kehidupan dengan benar

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam bidang pangan
2. Peserta diklat mampu mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam bidang pertanian
3. Peserta diklat mampu mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam bidang

peternakan

4. Peserta diklat mampu mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam bidang kedokteran
5. Peserta diklat mampu mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam bidang perikanan
6. Peserta diklat mampu mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam bidang lingkungan

C.Uraian Materi

I. PERANAN BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PANGAN

Mikroorganisme pengubah dan penghasil makanan atau minuman

Mikroorganisme dapat mengubah nilai gizi makanan atau minuman dalam proses fermentasi. Proses fermentasi merupakan perubahan enzimatik secara anaerob dari senyawa organik menjadi produk organik yang lebih sederhana. Aktivitas mikroorganisme tersebut antara lain dalam fermentasi yang mengubah ampas tahu atau kacang kedelai menjadi oncom, kacang kedelai menjadi tempe atau putih menjadi arak hitam atau putih. Mikroorganisme pada proses fermentasi menyebabkan:

- a. perubahan senyawa-senyawa kompleks pada makanan atau minuman menjadi-senyawa-yang-lebih-sederhana.
- b. peningkatan cita rasa dan aroma makanan atau minuman. Misalnya oncom dapat dibuat dari ampas tahu, kelapa atau kacang tanah dengan penambahan mikroorganisme berupa *Neuspora*. *Neuspora* mengeluarkan enzim amilase, lipase, dan protease yang aktif selama proses fermentasi, juga menguraikan bahan-bahan dinding sel ampas kacang kedelai atau kelapa. Fermentasi pada pembuatan oncom juga menyebabkan terbentuknya sedikit alkohol dan berbagai ester yang beraroma sedap. Mikroorganisme dapat dijadikan langsung sebagai sumber pembuatan makanan. Hal ini disebabkan:
 - a. massa mikroorganisme tumbuh menjadi dua kali lipat dalam waktu satu jam, sedangkan massa tumbuhan atau hewan memerlukan waktu berminggu-minggu. Mikroorganisme dapat menjadi bahan pangan ataupun mengubah bahan pangan menjadi bentuk lain. Proses yang dibantu oleh mikroorganisme misalnya melalui

fermentasi, seperti keju, yoghurt, dan berbagai makanan lain termasuk kecap dan tempe. Pada masa mendatang diharapkan peranan mikroorganisme dalam penciptaan makanan baru seperti mikroprotein dan protein sel tunggal. Mengenal sifat dan cara hidup mikroorganisme juga akan sangat bermanfaat dalam perbaikan teknologi pembuatan makanan.

b. massa mikroba minimal mengandung 40% protein serta mempunyai kandungan vitamin dan mineral yang tinggi. Pada tabel 15.1 berikut terlihat bahwa protein yang dihasilkan setiap hari dari 1000 biomassa (kg) bakteri mencapai nilai tertinggi dibandingkan produksi protein oleh hewan ternak, tanaman kacang kedelai, dan khamir.

Tabel 1. produksi protein oleh berbagai jenis makhluk hidup

Makhluk Hidup	Protein yang dihasilkan setiap hari dari 100 g sampai biomasa (kg)
Hewan Ternak	1
Tanaman kacang kedelai	100
Khamir	100000
Bakteri	1.000.000.000.000.000

Makanan yang berasal dari mikroorganisme disebut protein sel tunggal (PST) atau disebut juga *single-cell* (SCP). Tunggal merupakan makanan kaya protein yang berasal dari mikroorganisme. Awalnya, sekitar tahun 1960-an mikroorganisme protein sel tunggal ditumbuhkan dalam medium yang mengandung-minyak. Namun, meningkatnya hara minyak pada tahun 1970 menyebabkan produksi protein sel tunggal ditumbuhkan di dalam sirup glukosa, ampas buah-buahan, dan sisa berbagai produk pertanian. Contoh mikroorganisme protein sel tunggal yaitu cendawan *Fusarium gramineum* yang mengandung protein 45% dan lemak 13%. *Fusarium* sangat bergizi, disebut sebagai mikroprotein. Merek dagang mikroprotein disebut *Quorn*. *Quorn* merupakan produk seperti lembaran adonan kue. *Quorn* yang ditambah dengan berbagai warna dan aroma dapat menghasilkan berbagai macam makanan, juga dapat digunakan sebagai pengganti daging sapi dan ayam. *Quorn* juga sering digunakan sebagai campuran untuk membuat sosis



Gambar 6 Beberapa produk hasil bioteknologi: a. sosis b. ikan c.daging, d. Mie, e.kultur sel hewan f. Tape. Sumber <http://3.bp.blogspot.com>

Berikut Peranan Bioteknologi dalam bidang pengolahan pangan

a.Sosis

Bahan-bahan khusus yang ditambahkan adalah natrium nitrat, natrium nitrit, glukosa, sukrosa, merica, bawang putih, pala, mustard, ketumbar. Gula yang ditambahkan akan difermentasi oleh bakteri dan menghasilkan flavor yang tajam. Garam berfungsi sebagai bahan flavor, memperbaiki tekstur, daya awet (juga karena penurunan pH akibat fermentasi). Rempah-rempah untuk flavor, diperkuat-dengan-pengasapan.

Fermentasi asam laktat terjadi pada saat pengasapan (28 – 32oC, 12 – 16 jam).

Fermentasi lebih baik jika suhunya 37 – 40 oC untuk 4 – 8 jam berikutnya

Mikroorganisme yang paling banyak berperan adalah *Pediococcus cerevisiae* dan *L.plantarum*. *L. mesenteroides* dan *L. brevis* dikurangi karena bersifat heterofermentatif yang dapat menyebabkan selubung sosis mengembang dan pecah. *Micrococcus* mereduksi nitrat jadi nitrit. Kini ditambahkan kultur starter *P. cerevisiae* dan *Lactobacillus* untuk menghindari fermentasi alamiah tak menentu dan-beragamnya-mutu-produk.



Gambar 7. Bakteriosin dan Nisin Sebagai Pengawet Pada Produk Sosis
(Anonim, 2005)

h.Kecap

Kecap adalah bumbu dapur atau penyedap makanan yang berupa cairan berwarna hitam yang rasanya manis atau asin. Bahan dasar pembuatan kecap umumnya adalah kedelai atau kedelai hitam. Namun adapula kecap yang dibuat dari bahan dasar air kelapa yang umumnya berasa asin. Kecap manis biasanya kental dan terbuat dari kedelai, sementara kecap asin lebih cair dan terbuat dari kedelai dengan komposisi garam yang lebih banyak, atau bahkan ikan laut. Selain berbahan dasar kedelai atau kedelai hitam bahkan air kelapa, kecap juga dapat dibuat dari ampas padat dari pembuatan tahu. Kecap termasuk bumbu makanan berbentuk cair, berwarna coklat kehitaman, serta memiliki rasa dan aroma yang khas. Kecap ada yang asin dan ada yang manis. Proses pembuatannya:

Kedelai ---> dicuci dan direbus -->dikukus ---> dikeringkan --->diinokulasi dengan A. oryzae ----->FERMENTASI I (3 – 5 hari) --->ditambahkan larutan garam 20% --> FERMENTASI II (bakteri dan ragi,3 – 4 minggu)---> direbus dengan air ---> disaring ---> filtrat (cake press untuk makanan ternak) ---->pasteurisasi ----> ditambah caramel dan bumbu-bumbu ----> disaring ---> KECAF

II. PERANAN BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PERTANIAN

Bioteknologi banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian. Pembuatan kompos dan biogas merupakan contoh yang sederhana. Pemanfaatan bioteknologi untuk meningkatkan hasil pertanian pada masa sekarang ini dilakukan secara modern, misalnya pada pemuliaan tanaman dengan menciptakan tanaman transgenik (tanaman yang genya telah dimodifikasi), kultur jaringan, biopestisida, dan sebagainya. Berikut ini beberapa contoh bioteknologi dalam bidang pertanian.

1. Hidroponik dan Aeroponik

Hidroponik berasal dari kata bahasa Yunani hydro yang berarti air dan ponos yang berarti bekerja. Jadi, hidroponik artinya pengeraan air atau bekerja dengan air. Dalam praktiknya hidroponik dilakukan dengan berbagai metode, tergantung media yang digunakan. Adapun metode yang digunakan dalam hidroponik, antara lain metode kultur air (menggunakan media air), metode kultur pasir (menggunakan media pasir), dan metode porus (menggunakan media kerikil, pecahan batu bata, dan lain-lain). Metode yang tergolong berhasil dan mudah diterapkan adalah metode pasir. Adapun keuntungan dengan cara hidroponik adalah sebagai berikut.

- Tumbuhan bebas dari hama dan penyakit.
- Produksi tanaman lebih tinggi.
- Tumbuh lebih cepat.
- Pemakaian pupuk lebih efisien.
- Mudah penggerjaannya.
- Tidak tergantung pada kondisi alam.
- Tidak membutuhkan lahan luas.

Golongan sayuran yang dapat dihidroponikan, antara lain tomat, paprika, mentimun, selada, sawi, kangkung, dan bayam. Adapun jenis tanaman buah yang dapat dihidroponikan, antara lain jambu air, melon, kedondong bangkok, dan-belimbing. Aeroponik berasal dari kata aero yang berarti udara dan ponos yang berarti daya. Jadi, aeroponik adalah pemberdayaan udara. Sebenarnya aeroponik merupakan tipe hidroponik (memberdayakan air), karena air yang berisi larutan unsur hara disemburkan dalam bentuk kabut hingga mengenai akar

tanaman. Akar tanaman yang ditanam menggantung akan menyerap larutan hara tersebut. Prinsip dari aeroponik adalah sebagai berikut. Helaian styrofoam diberi lubang-lubang tanam dengan jarak 15 cm. Dengan menggunakan ganjal busa atau rockwool, anak semai sayuran ditancapkan pada lubang tanam. Akar tanaman akan menjuntai bebas ke bawah. Di bawah helaian styrofoam terdapat sprinkler (pengabut) yang memancarkan kabut larutan hara ke atas hingga mengenai akar.

Kultur-sel-dan-jaringan

Kultur jaringan merupakan teknik perbanyakan tanaman secara vegetatif buatan yang didasarkan pada sifat totipotensi tumbuhan. Totipotensi adalah kemampuan sel/jaringan makhluk hidup untuk tumbuh menjadi individu baru. Totipotensi tumbuhan membuat sel tumbuhan dalam proses kultur jaringan dapat berkembang menjadi tumbuhan lengkap jika ditumbuhkan pada kondisi yang memungkinkan.

Dengan kultur jaringan, dalam waktu yang bersamaan dapat diperoleh bibit tanaman dalam jumlah banyak. Kultur jaringan memiliki manfaat berikut ini:

- a.Melestarikan-sifat-tanaman-induk.

- b.Menghasilkan-tanaman-yang-memiliki-sifat-seragam

- c.Menghasilkan-tanaman-baru-dalam-jumlah-besar

- d.Dapat-menghasilkan-tanaman-yang-bebas-virus.

- e.Dapat-dijadikan-sarana-untuk-melestarikan-plasma-nutfah

- f.Untuk menciptakan varietas baru melalui rekayasa genetika.

Sel yang telah direkayasa dikembangkan melalui kultur sel sehingga menjadi tanaman baru secara lengkap.

2. Kultur Jaringan Tumbuhan

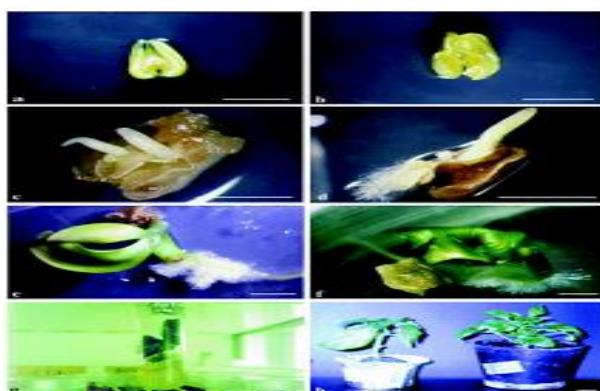
Kultur jaringan tanaman adalah suatu metode atau teknik mengisolasi bagian tanaman (protoplasma, sel, jaringan, dan organ) dan menumbuhkannya pada media buatan dalam kondisi aseptik di dalam ruang yang terkontrol sehingga bagian-bagian tanaman tersebut dapat tumbuh dan berkembang menjadi tanaman lengkap. Penggunaan teknik kultur jaringan pada awalnya hanya untuk membuktikan teori "totipotensi" ("total genetic potential") yang dikemukakan oleh Schleiden dan Schwann (1838) yang menyatakan bahwa sel tanaman sebagai

unit terkecil dapat tumbuh dan berkembang apabila dipelihara dalam kondisi yang-sesuai.

Kultur jaringan mula-mula dilakukan oleh Frederick C. Steward. Steward mengkultur sel-sel akar tanaman wortel dalam suatu media buatan. Dari sel-sel akar itu berhasil tumbuh tanaman wortel yang lengkap. Hasil percobaan ini membuktikan bahwa sel mengandung semua informasi genetik yang lengkap. Bagian yang akan ditumbuhkan melalui kultur jaringan disebut eksplan. Eksplan yang digunakan biasanya dari jaringan tumbuhan yang masih muda, misalnya-ujung-akar,tunas,dan daun-muda.

Berbagai macam teknik kultur jaringan yang telah dikenal antara lain:

- Maristem kultur, yaitu teknik kultur jaringan dengan menggunakan eksplan (bagian tanaman) dari jaringan muda atau maristem.
- Pollen atau anther kultur, yaitu teknik kultur jaringan dengan menggunakan eksplan dari serbuk sari atau benang sari.
- Protoplast kultur, yaitu teknik kultur jaringan dengan menggunakan eksplan protoplast (sel hidup yang telah dihilangkan dinding selnya).
- Cloroplast kultur, yaitu teknik kultur jaringan dengan menggunakan eksplan cloroplast untuk keperluan memperbaiki sifat tanaman dengan membuat varietas baru.
- Somatic cross atau silangan protoplasma, yaitu penyilangan dua macam protoplasma menjadi satu, kemudian dibudidayakan sehingga menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat baru.



Gambar .8 Tahapan kultur antera, Sumber <http://3.bp.blogspot.com>

Selama kultur berlangsung, faktor lingkungan seperti cahaya, temperatur, kelembapan, dan pH diatur pada kondisi yang paling sesuai untuk pertumbuhan eksplan. Jika nutrisi, zat pengatur tumbuh, dan keadaan lingkungan sesuai, eksplan akan tumbuh menjadi massa sel yang belum mengalami diferensiasi yang disebut kalus. Kalus kemudian tumbuh menjadi tanaman kecil yang telah lengkap yang disebut plantlet. Sebelum dapat ditanam, plantlet harus diaklimatisasi selama beberapa waktu sehingga kondisi dan ukurannya sesuai untuk ditanam.

III. PERANAN BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PETERNAKAN

Dalam bidang peternakan, bioteknologi dimanfaatkan untuk menghasilkan vaksin, antibodi, pakan bergizi tinggi, dan hormon pertumbuhan. Contoh vaksin untuk ternak yaitu vaksin untuk penyakit mulut dan kuku pada mamalia, vaksin NCD untuk mengobati penyakit tetelo pada unggas, dan vaksin untuk penyakit flu burung. Hormon pertumbuhan diberikan pada ternak untuk meningkatkan produksi daging, susu, atau telur. Contohnya adalah pemberian Bovine Growth Hormone pada sapi perah dapat meningkatkan produksi susu dan daging hingga 20%. Namun penggunaan hormon untuk memacu produksi pada ternak masih diperdebatkan karena berpotensi meningkatkan penyakit masitis pada ternak dan membahayakan kesehatan manusia. Pemanfaatan bioteknologi dalam bidang peternakan lainnya adalah membuat hewan transgenik (hewan yang gennya telah dimodifikasi) dan teknologi induk buatan. Teknologi induk buatan sering dilakukan pada hewan langka yang sulit bereproduksi secara alami. Embrio hewan ini ditransplantasikan pada rahim spesies lain yang masih berkerabat. Dengan cara ini diharapkan hewan langka tersebut terhindar dari ancaman kepunahan. mengenai Bioteknologi pada **Bidang Peternakan**. Bioteknologi modern banyak diaplikasikan pada bidang peternakan untuk memperoleh organisme unggul, dan memiliki sifat-sifat yang diinginkan. Pada bioteknologi peternakan, digunakan tiga metode untuk merekayasa suatu hewan ternak agar memiliki-sifat-yang-diinginkan. Adapun teknik-teknik atau metode-metode dalam rekayasa-hewan-ternak-yang-biasa-digunakan-adalah:

- 1.Inseminasi-Buatan**
- 2.Transfer-Embrio**
- 3.Kloning**

IV. PERANAN BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG KEDOKTERAN

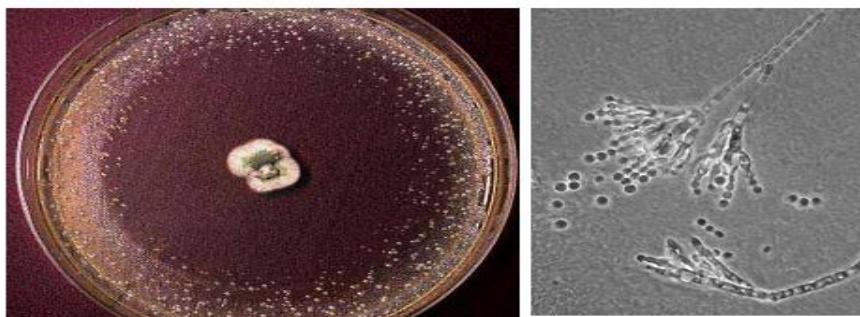
Bioteknologi, sebuah perjalanan panjang kegiatan dan inovasi manusia yang selama berabad-abad, bahkan milenia, memanfaatkan mikroorganisme melalui proses fermentasi untuk membuat produk keperluan sehari-hari seperti roti, keju, bir dan anggur. Pemanfaatan bioteknologi kala itu masih sangat konvensional dan dikategorikan sebagai bioteknologi tradisional. Diawal abad 20, Fleming menemukan antibiotik penisilin, dan di tahun 1982, obat berbasis rekombinasi DNA pertama diciptakan yaitu insulin manusia yang diproduksi dengan memanfaatkan bakteri tanah, *E-coli*. Dipenghujung abad 20, merebak produk bioteknologi maju seperti tanaman transgenik, gene chips dan kloning mamalia. Proses pengembangan produk berbasis rekombinan DNA ini dikategorikan sebagai bioteknologi modern. Tidak pelak lagi, beberapa dekade mendatang akan diwarnai temuan-temuan yang menakjubkan melalui kemajuan bioteknologi.

Di bidang medis, penerapan bioteknologi di masa lalu dibuktikan antara lain dengan penemuan vaksin, antibiotik, dan insulin walaupun masih dalam jumlah yang terbatas akibat proses fermentasi yang tidak sempurna. Perubahan signifikan terjadi setelah penemuan bioreaktor oleh Louis Pasteur. Dengan alat ini, produksi antibiotik maupun vaksin dapat dilakukan secara massal. Pada masa ini, bioteknologi berkembang sangat pesat, terutama di negara-negara maju. Kemajuan ini ditandai dengan ditemukannya berbagai macam teknologi semisal rekayasa genetika, kultur jaringan, rekombinan DNA, pengembangbiakan sel induk, kloning, dan lain-lain.

a. Pembuatan Antibiotika

Antibiotika adalah suatu zat yang dihasilkan oleh organisme tertentu dan berfungsi untuk menghambat pertumbuhan organisme lain yang ada di sekitarnya. Antibiotika dapat diperoleh dari jamur atau bakteri yang diproses dengan cara tertentu. Dipelopori oleh Alexander Fleming dengan penemuan penisilin dari *Penicillium notatum*. *Penicillium chrysogenum* digunakan untuk memperbaiki penisilin yang sudah ada dengan mutasi secara iradiasi ultra violet dan sinar X. Selain *Penicillium chrysogenum*, beberapa mikroorganisme juga digunakan-sebagai-antibiotik, antara-lain:

- Cephalosporium*: penisilin-N.
- Cephalosporium*: sefalospurin-C.
- *Streptomyces*: streptomisin, untuk pengobatan TBC.



Gambar 9, mikroba antibiotik. Sumber <http://3.bp.blogspot.com>

Zat antibiotika telah mulai diproduksi secara besar-besaran pada Perang Dunia II oleh para ahli dari Amerika Serikat dan Inggris.

V. PERANAN BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG PERIKANAN

Pengertian Bioteknologi Perikanan

Bioteknologi perikanan adalah bioteknologi yang ditekankan khusus pada bidang perikanan. Penerapan bioteknologi dalam bidang perikanan sangat luas, mulai dari rekayasa media budidaya, ikan, hingga pascapanen hasil perikanan. Pemanfaatan mikroba telah terbukti mampu mempertahankan kualitas media budidaya sehingga aman untuk digunakan sebagai media budidaya ikan.

Bioteknologi telah menciptakan ikan berkarakter genetis khas yang dihasilkan melalui rekayasa gen. Melalui rekayasa gen, dapat diciptakan ikan yang tumbuh cepat, warnanya menarik, dagingnya tebal, tahan penyakit dan sebagainya.

Pada tahap pasca panen hasil perikanan, bioteknologi mampu mengubah ikan melalui proses transformasi biologi hingga dihasilkan produk yang bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia. Sudah sejak abad 11, manusia sebetulnya menggunakan prinsip dasar ini. Pembuatan pangan seperti peda, kecap ikan, terasi ikan merupakan hasil bioteknologi.

1. Bioteknologi di Bidang Perikanan

Bioteknologi perikanan adalah bioteknologi yang ditekankan khusus pada bidang perikanan. Penerapan bioteknologi dalam bidang perikanan sangat luas, mulai dari rekayasa media budidaya, ikan, hingga pascapanen hasil perikanan. Pemanfaatan mikroba telah terbukti mampu mempertahankan kualitas media budidaya sehingga aman untuk digunakan sebagai media budidaya ikan. Bioteknologi telah menciptakan ikan ber karakter genetis khas yang dihasilkan melalui rekayasa gen. Melalui rekayasa gen, dapat diciptakan ikan yang tumbuh cepat, warnanya menarik, dagingnya tebal, tahan penyakit dan sebagainya. Pada tahap pascapanen hasil perikanan, bioteknologi mampu mengubah ikan melalui proses transformasi biologi hingga dihasilkan produk yang bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia. Sudah sejak abad 11, manusia sebetulnya menggunakan prinsip dasar ini. Pembuatan pangan seperti peda, kecap ikan, terasi ikan merupakan hasil bioteknologi. Ketahanan pangan merupakan isu global yang sekarang sedang ramai dibicarakan. Alasannya jelas, pada tahun 2033 populasi manusia di dunia akan mencapai sektor 12 miliar jiwa. Sebagian besar penduduk tersebut ada di benua Asia. Berdasarkan hal tersebut, diperkirakan pada tahun 2010 kebutuhan pangan penduduk Asia akan melampaui persediaan yang ada. Kondisi ini membuat Negara Indonesia harus bekerjasama memenuhi kebutuhan pangannya, sehingga peristiwa kelangkaan pangan di atas tidak perlu dialami. Langkah pemerintah untuk mewujudkan ketahanan pangan sudah mulai terlihat, salah satu komitmennya adalah meningkatkan produksi ikan menjadi tiga kali lipat dari periode sebelumnya.

Salah satu penyebab rendahnya produksi perikanan Indonesia adalah kemampuan mengolahnya. Sekitar 20-25 persen produk perikanan tidak dapat dimanfaatkan karena tidak diolah atau mengalami pembusukan. Ini berarti satu juta ton ikan terbuang percuma. Beberapa kendala dialami oleh pengusaha pengolah hasil perikanan untuk menekan persentase ikan yang tidak dapat dimanfaatkan. Kendala tersebut mulai dari kondisi bahan baku, teknologi pengolahan, sumberdaya manusia dan tingkat konsumsi ikan. Bioteknologi pengolahan hasil perikanan (BPHP) merupakan cabang dari bioteknologi pangan yang sudah lama diterapkan oleh masyarakat Indonesia untuk mengolah hasil perikanan. Beberapa produk yang telah dihasilkan masyarakat melalui

penerapan bioteknologi antara lain peda, kecap ikan, bekasem, bekasang, terasi dan silase. Meskipun mereka tidak memahami prinsip ilmiah yang mendasarinya, para pengolah ikan telah memanfaatkan bioteknologi selama berabad-abad untuk membuat pangan berbahan baku ikan. Secara garis besarnya BPHP adalah salah satu teknologi untuk mengolah hasil perikanan menggunakan jasa mahluk hidup, yaitu mikroba. Salah satu sifat mikroba yang menjadi dasar penggunaan BPHP adalah kemampuannya merombak senyawa kompleks menjadi senyawa lebih sederhana, sehingga dihasilkan pangan berbentuk padat, semi padat dan cair. Mikroba memiliki kemampuan merombak senyawa kompleks (protein, lemak dan karbohidrat) menjadi senyawa lebih sederhana (asam amino, asam lemak dan glukosa). Perombakan demikian telah merombak hasil perikanan menjadi pangan yang aman dikonsumsi manusia. Apabila tidak segera dihentikan, mikroba akan merombak senyawa sederhana tersebut menjadi ammonia, hidrogen sulfida, keton dan alkohol. Perubahan tersebut menjadikan pangan tersebut tidak layak lagi dikonsumsi.

2 . Bentuk Penerapan Bioteknologi di Bidang Perikanan

Bioteknologi merupakan penggunaan sistem biologi atau organisme hidup dalam proses produksi. Bioteknologi memiliki cakupan manfaat yang luas bagi dunia perikanan dan budidaya ikan. Manfaat tersebut diantaranya, meningkatkan tingkat pertumbuhan ikan budidaya, meningkatkan nilai gizi pada pakan ikan, meningkatkan kesehatan ikan, membantu memperbaiki dan melindungi lingkungan, memperluas cakupan jenis ikan, meningkatkan pengelolaan dan konservasi ketersediaan benih di alam. Terdapat beberapa bioteknologi sederhana yang sudah diterapkan sejak lama seperti pemupukan kolam untuk meningkatkan ketersediaan pakan. Sedangkan yang lain merupakan teknologi maju yang memanfaatkan pengetahuan biologi molekul dan genetik seperti rekayasa genetik dan diagnosa penyakit melalui DNA. Tujuan utama penerapan bioteknologi genetik pada ikan adalah untuk meningkatkan tingkat pertumbuhan. Namun bisa juga digunakan untuk meningkatkan daya tahan terhadap penyakit dan lingkungan. Terdapat beberapa teknik bioteknologi yang sudah diterapkan pada ikan budidaya.

Pembenihan-Selektif

Pembenihan selektif, yang merupakan pembenihan ikan secara tradisional, pertama kali dikembangkan pada ikan mas ribuan tahun yang lalu. Namun sampai sekarang pembenihan selektif hanya diterapkan pada ikan untuk konsumsi seperti ikan nila, catfish, dan trout sehingga masih banyak ikan budidaya yang pembenihannya seperti di perairan umum. Program pembenihan secara selektif telah memberikan peningkatan hasil dan pendapatan yang setabil contohnya terdapat peningkatan tingkat pertumbuhan 5-20% pada ikan budidaya seperti Salmon, Nila dan catfish.

Manipulasi

Manipulasi pada bentuk kromosom merupakan teknik yang bisa digunakan untuk menghasilkan organisme ‘triploid’ yaitu organisme dengan tiga bentuk kromosom dimana biasanya suatu organisme cuma memiliki dua bentuk. Triploid umumnya tidak bisa bereproduksi sehingga ada pemikiran bahwa energi yang dimiliki akan sepenuhnya digunakan untuk meningkatkan perkembangan suatu organisme walaupun belum ada bukti yang menguatkan pemikiran tersebut. Keuntungan triploid lebih terlihat pada fungsi sterilitasnya meskipun tidak mencapai 100%. Contohnya, tiram triploid tidak dapat memproduksi gonad sehingga dapat dipasarkan sepanjang tahun. Hal ini disebabkan produksi gamet (sel kelamin, ovum atau telur pada betina dan sperma pada jantan) membuat tiram yang matang gonad memiliki rasa yang tidak enak.

Bioteknologi pada Rekayasa Genetika Ikan

Genetika merupakan salah satu ilmu dasar yang penting untuk menjelaskan berbagai pola pewarisan gen dalam populasi, genetik fenotip kualitatif dan kuantitatif yang mengekspresikan sifat unggul dan landasan teori dasar dari program seleksi ataupun program persilangan antara spesies atau famili. Gen dan kromosom ikan direkayasa untuk dimanfaatkan keterkaitannya dengan seleksi fenotip kuantitatif dan fenotip kualitatif bagi teknik breeding ikan untuk mendapatkan sifat-sifat superior yang diwariskan dari induk dengan seleksi gen unggul kepada keturunannya. Penerapan bioteknologi modern pada hewan dimulai pada tahun 1980-an. Para peneliti genetik menyisipkan gen ke tikus, tikus, babi dan ikan, untuk mencapai tingkat pertumbuhan yang lebih cepat,

peningkatan daya tahan terhadap penyakit, dan efek lainnya. Meskipun beberapa sifat-sifat unggul dapat dicapai melalui metode seleksi secara tradisional, rekayasa genetika dapat menghasilkan efek yang lebih besar (atau lebih dramatis) dari sifat potensial organisme. Pada tahun 1983, sampul majalah Science, salah satu jurnal ilmiah yang paling banyak dibaca di Amerika Serikat, menampilkan foto tikus besar hasil rekayasa genetic dengan laju pertumbuhan yang cepat. Tak lama setelah itu, para ilmuwan di Cina melaporkan kali pertama kesuksesan penyisipan gen hormon pertumbuhan pada ikan. Peristiwa ini memunculkan perdebatan substansial dan kepentingan para ahli biokimia, genetika, para ilmuwan akuakultur, dan pengusaha swasta, menyebabkan penelitian transgenik lebih banyak dilakukan di laboratorium seluruh dunia, sebagian berfokus pada ikan dan organisme air lainnya. Dalam arti luas, modifikasi genetik merujuk pada perubahan genetik organism yang tidak ditemukan di alam, termasuk hibrida (keturunan orang tua dari spesies yang berbeda atau sub-spesies). Pengembangan ikan transgenik dimana para ilmuwan menggunakan teknik DNA rekombinan untuk memasukkan materi genetik dari satu organisme ke dalam genom ikan atau organisme air lainnya. Berkembangnya kemampuan memodifikasi hewan secara genetic mengakibatkan pesatnya penelitian tentang rekayasa genetic organisme aquatik (genetically modified organism). Hewan air, terutama ikan tumbuh dalam sistem akuakultur, menarik perhatian penelitian yang signifikan karena dua alasan utama. Pertama, ikan bertelur dalam jumlah besar dan telur yang lebih mudah dimanipulasi, sehingga memudahkan bagi para ilmuwan untuk memasukkan DNA baru ke dalam telur ikan. Kedua, budidaya merupakan salah satu sektor yang memproduksi makanan tercepat tumbuh secara global, menunjukkan meningkatnya permintaan produk akuakultur. Sejak tahun 1984, budidaya komersial telah berkembang pada tingkat tahunan hampir 10 persen, dibandingkan dengan tingkat pertumbuhan 3 persen untuk daging ternak dan tingkat 1,6 persen pertumbuhan untuk penangkapan. Sementara pertumbuhan telah terkonsentrasi di Asia, perikanan budidaya juga merupakan salah satu sektor yang paling cepat berkembang dengan total nilai produk yang dijual meningkat dari \$ 45.000.000 pada tahun 1974 menjadi lebih dari \$ 978.000.000 pada tahun 1998. Bahkan, budidaya komersial memproduksi hampir semua ikan

lele dan ikan trout serta sekitar satu-setengah dari udang dan salmon di Amerika Serikat.

Biotehnologi pada Media Budidaya Ikan

Biotehnologi merupakan kajian ilmu tentang kehidupan makhluk hidup yang bersandar pada kemampuan dari kemajuan teknologi dimana memadukan pengetahuan alam khususnya makhluk hidup dengan teknologi. Dan biotehnologi perikanan merupakan perpaduan kemajuan teknologi dengan kehidupan makhluk hidup dalam sektor perikanan dimanapernananya sangat luas dimulai dari reakarya media budidaya perikanan hingga sampai pada pasca panen hasil perikanan. Dari biotehnologi perikanan dapat memudahkan manusia dalam memproduksi hasil perikanan menjadi lebih efektif dan efisien terlihat dalam hal seperti budidaya perikanan, pengolahan dan pemanfaatan limbah, pengolahan hasil perikanan, dan lain sebagainya, dalam arti sempitnya biotehnologi perikanan merupakan ilmu yang dibutuhkan di setiap rantai produksi dari hulu ke hilir. Media dari biotehnologi perikanan salah satunya berupa mikroba yang telah terbukti mempertahankan kualitas media budidaya sehingga aman untuk digunakan sebagai media budidaya ikan. Pada tahap pasca panen hasil perikanan, biotehnologi mampu mengubah ikan melalui proses transformasi biologi sehingga menghasilkan produk yang aman untuk dikonsumsi dan sangat bermanfaat bagi kelangsungan dan memenuhi kebutuhan hidup manusia. Contoh contoh produk dalam bidang perikanan yang dihasilkan melalui konsep dan prinsip biotehnologi dengan menggunakan mikroba. Seperti peda, kecap ikan dan terasi ikan. Mikroba mempunyai peranan khusus dalam kinerja hasil dari biotehnologi perikanan itu sendiri. Berikut peranan mikroba tersebut :

a.Penghancur limbah organik,

Dalam segi ekologis perairan limbah merupakan faktor penghambat dalam dunia perikanan, terlebih lagi itu merupakan limbah yang sulit dilakukan oleh tangan manusia itu sendiri. Mikroba dalam hal ini, dapat menjadi dekomposer positif dengan mengurai limbah menjadi bahan yang ramah lingkungan.

b.Recycling hara,

Di dunia perikanan hara merupakan nutrien dan dalam rantai makanan, hara merupakan faktor primer dalam kelangsungan produktivitas rantai produksi perikanan. Namun, hara dapat menjadi zat yang sangat beracun apabila dalam kuantitas yang sangat banyak dan beresiko menyebabkan depletion oxygen (penurunan kadar oksigen) di perairan. Mikroba dalam hal ini dapat membantu percepatan unsur hara ini untuk mendaur ulang hara tersebut menjadi energi fosil walaupun membutuhkan waktu yang sangat panjang, namun proses ini tidak lepas dari peranan mikroba tersebut.

c.Merangsang pertumbuhan,

Dalam budidaya terutama, mikroba dapat merangsang pertumbuhan untuk cepat tumbuh dan berkembang menjadi potensi produksi yang sangat besar. Dengan memberikan mikroba diharapkan komoditas perikanan mampu cepat tumbuh dan bereproduksi dengan hasil yang diharapkan.

d.Biokontrol patogen

mikroba dalam hal ini banyak berperan dalam pengolahan hasil perikanan dimana hasil perikanan pasca panen yang menjadi keresahan masyarakat dalam hal pendistribusian hasil perikanan mereka karena sifat alami dari produk/komoditas perikanan sendiri yang cepat busuk, namun bioteknologi hal ini menjawab keresahan masyarakat dengan mendatangkan mikroba sebagai kompetitor dari bakteri patogen tersebut sehingga pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri dapat terkontrol dan diredam kuantitasnya dengan mengisolasi bakteri patogen, agar outputnya produk perikanan dapat tahan lama dan pendistribusiannya dapat lebih lancar terlebih lagi yaitu sehat dan higienis.

Rekayasa yang dilakukan oleh manusia untuk memanfaatkan mikroba sebagai agen bioteknologi yaitu Dengan menggunakan teknik transgenik pada ikan yang telah dimulai dengan mengintroduksi gen tertentu kepada organisme hidup lainnya. serta mengamati fungsinya secara in vitro. Dalam teknik ini, gen asing hasil isolasi di injeksi secara makro ke dalam telur untuk memproduksi telur ikan yang mengandung gen asing tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan ikan transgenik, yaitu:

- 1) isolasi gen (clone DNA) yang akan diinjeksi pada telur.
- 2) Identifikasi gen pada anak ikan yang telah mendapatkan injeksi gen asing tadi.
- 3) keragaman dari turunan ikan yang diinjeksi gen asing tersebut.

produk perikanan yang memanfaatkan mikroba sebagai agen bioteknologi dan peranannya dalam proses produksi yaitu

Bekasam, bahan baku yang digunakan pada umumnya adalah ikan air tawar. Proses pengolahan ini umumnya menggunakan bahan-bahan tambahan untuk berhasilnya fermentasi misalnya sumber karbohidrat, dan berjalan anaerobik, karbohidrat tersebut akan diuraikan menjadi gula sederhana dan selanjutnya menjadi alkohol dan asam, hasil fermentasi inilah yang akan menjadi bahan pengawet ikan dan juga memberi rasa dan aroma khas. Karbohidrat yang ditambahkan pada umumnya nasi, beras sangrai dan tape ketan. Yang kedua adalah terasi ikan, mikroorganisme yang berperan dalam proses pembuatan terasi yaitu bakteri *Lactobacillus* dan bakteri mesofil. Mikroorganisme dimanfaatkan untuk mengubah laktosa menjadi asam laktat, Mikroorganisme digunakan pada saat pematangan yaitu dalam proses pembentukan aroma khas terasi.

3 Manfaat dan Efek Samping Bioteknologi di Bidang Perikanan

Bioteknologi merupakan penggunaan sistem biologi atau organisme hidup dalam proses produksi. Bioteknologi memiliki cakupan manfaat yang luas bagi dunia perikanan dan budidaya ikan. Manfaat tersebut diantaranya, meningkatkan tingkat pertumbuhan ikan budidaya, meningkatkan nilai gizi pada pakan ikan,

Meningkatkan kesehatan ikan, membantu memperbaiki dan melindungi lingkungan, memperluas cakupan jenis ikan, meningkatkan pengelolaan dan konservasi ketersediaan benih di alam. Terdapat beberapa bioteknologi sederhana yang sudah diterapkan sejak lama seperti pemupukan kolam untuk meningkatkan ketersediaan pakan. Sedangkan yang lain merupakan teknologi maju yang memanfaatkan pengetahuan biologi molekul dan genetik seperti

rekayasa genetik dan diagnosa penyakit melalui DNA. Tujuan utama penerapan bioteknologi genetik pada ikan adalah untuk meningkatkan tingkat pertumbuhan. Namun bisa juga digunakan untuk meningkatkan daya tahan terhadap penyakit dan lingkungan.

Contoh manfaat dan efek samping adanya bioteknologi perikanan :

A.Penggunaan mikroba sebagai agen bioteknologi

1) Ekstraseluler

mikroba ekstraseluler mampu bereplikasi di luar sel atau di luar tubuhnya. Karena kondisi tersebut, kita dapat memanfaatkannya dengan mengambil hasil replikasi mikroba tersebut. Misalkan pada mikroba yang memproduksi enzim protease ekstraseluler, dia mampu mengubah senyawa protein menjadi lebih sederhana. Nah, senyawa protein yang lebih sederhana itu dapat kita ambil dan kita gunakan. Alasan ini mengapa mikroba disebut sebagai agen bioteknologi

2). Pertumbuhan yang cepat

Mikroba memiliki pertumbuhan yang sangat cepat. Jika seekor sapi mampu memperbanyak diri dengan reproduksi selama kurang lebih satu tahun sekali. Maka mikroba dalam 20 menit mampu mengubah dirinya menjadi 2 kali lipat.

3). sifat dasarnya mudah dimodifikasi

Mikroba dapat mengubah sifat aslinya menjadi semakin kuat dan semakin kuat. Ambil contoh ketika kita mengalami pusing, kita meminum obat dengan dosis yang rendah. Ketika itu pusing kita sembuh. Tapi ada mikroba yang mampu bertahan dan lama kelamaan berkembang dan kita akan merasakan kembali pusing, namun pusing tersebut tidak hilang dengan dosis yang sama sebelumnya. Itu merupakan salah satu contoh mikroba dapat dengan mudah memodifikasi sifat dasar nya hal tersebut dapat kita manfaatkn dalam bidang bioteknologi.

4). mampu memproses bahan baku pangan dengan cepat

Mikroba mampu memproses bahan baku dengan cepat karena sifatnya yang dengan mudah membelah diri. Dan memiliki sifat yang makin lama makin kuat.

Pemanfaatan mikroba sebagai agen bioteknologi yang menguntungkan dalam produksi perikanan :

Produk perikanan yang memanfaatkan mikroba sebagai agen bioteknologi adalah probiotik yang dapat dijadikan sebagai suplemen makhluk hidup. Tentunya banyak jenis probiotik yang digunakan. Probiotik membantu atau berperan mengurai zat makanan menjadi lebih sederhana sehingga mudah dicerna. Probiotik sendiri adalah biakan mikroba menguntungkan yang diberikan sebagai suplemen makanan yang mempunyai pengaruh menguntungkan pada kesehatan makhluk hidup, baik manusia, binatang dan tumbuhan. Mikroflora yang digolongkan sebagai probiotik adalah mikroba yang memiliki sifat menguntungkan. Sifat menguntungkan dapat berupa kemampuan tumbuh yang baik, kemampuan mengkonsumsi nutrien, kemampuan memproduksi metabolit sekunder, seperti asam laktat atau bakteriosin. Contoh mikroba yang termasuk probiotik antara lain Lactobacilli dan Bifidobacteria.

Dalam perikanan probiotik menghasilkan komposisi zat makanan yang lebih sederhana (asam amino, asam lemak, gula-gula sederhana, vitamin dan mineral organik), probiotik juga digunakan untuk produk perikanan seperti terasi, bekasam, vaksin untuk ikan, pakan ikan,

Contoh penerapan bioteknologi dalam bidang perikanan :

A. Pemanfaatan bioflok dalam upaya peningkatan hasil budidaya

Bioflok merupakan agregat diatom, makroalga, pelet sisa, eksoskeleton organisme mati, bakteri, protista dan invertebrata juga mengandung bakteri, fungi, protozoa dan lain-lain yang berdiameter 0,1-2 mm. Bahan-bahan organik tersebut merupakan pakan alami ikan dan udang yang mengandung nutrisi cukup baik dan dapat menjadi makanan tambahan yang dapat meningkatkan produksi sektor perikanan dan menurunkan jumlah pakan yang diberikan. Bioflok adalah teknik pengolahan limbah cair untuk makroagregat yang dihasilkan dalam sistem lumpur aktif. Proses ini dimulai dari proses nitrifikasi yang reaksinya adalah amonia plus oksigen menjadi ion nitrit dan akhirnya nitrat dan air, pada

reaksi ini dilakukan oleh bakteri oksidasi amonia dan bakteri oksidasi nitrit, artinya semua proses ini memerlukan oksigen. Bakteri dengan kemampuan lisis bahan organik memanfaatkan detritus sebagai makanan. Sel bakteri mensekresi lendir metabolit, biopolymer (polisakarida, peptida, dan lipid) atau senyawa kombinasi dan terakumulasi di sekitar dinding sel serta detritus. Antar dinding sel terjadi saling tarik menarik sehingga menyebabkan munculnya flog bakteri.

Tehnik Bioflok pada intinya mereduksi bahan-bahan organik dan senyawa beracun yang terakumulasi dalam air pemeliharaan ikan. Dengan sistem self-purifikasi didapat hasil akhir meningkatkan effisiensi pemanfaatan pakan dan peningkatan kualitas air. Keuntungan dengan menggunakan teknologi bioflock tersebut adalah; penggunaan pakan lebih effisien, pertumbuhan ikan akan lebih seragam dan lebih optimal dengan masa waktu panen yang lebih singkat, padat tebar per meter kubik lebih tinggi kisaran 1000 benih/m³, ikan lebih sehat.

Pembuatan bioflock dapat dilakukan dengan menggunakan bakteri *Bacillus* sp. yaitu merupakan jenis bakteri gram positif, berbentuk batang, dapat tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob. *Bacillus* sp memiliki spora yang tahan terhadap panas (suhu tinggi). *Bacillus* secara alami terdapat dimana-mana, dan termasuk spesies yang hidup bebas atau bersifat patogen. Secara umum, *Bacillus* sp. mempunyai sifat: (1) mampu tumbuh pada suhu tinggi hingga 70 °C dan suhu kurang dari 5 °C, (2) mampu bertahan terhadap pasteurisasi, (3) mampu tumbuh pada konsentrasi garam tinggi (>10%), (4) mampu menghasilkan spora dan (5) mempunyai daya proteolitik yang tinggi dibandingkan mikroba lainnya. *Bacillus* adalah salah satu genus bakteri yang berbentuk batang dan merupakan anggota dari divisi Firmicutes. *Bacillus* merupakan bakteri yang bersifat aerob obligat atau fakultatif, dan positif terhadap uji enzim katalase. Beberapa spesies *Bacillus* menghasilkan enzim ekstraseluler seperti protease, lipase, amilase, dan selulase yang bisa membantu pencernaan dalam tubuh hewan.

Kelebihan bakteri *Bacillus* sp adalah memiliki kemampuan dalam menghasilkan antibiotik yang berperan dalam nitrifikasi dan denitrifikasi, pengikat nitrogen, pengoksidasi selenium (Se), pengoksidasi dan pereduksi mangan (Mn, bersifat khemolitotrof, aerob dan fakultatif anaerob, dapat melarutkan karbonat, dapat melarutkan fosfat, dan menurunkan pH substrat akibat asam organik yang dihasilkannya, dapat melakukan mineralisasi terhadap bahan organik kompleks

baik berupa senyawa polisakarida, protein maupun selulosa. *Bacillus* sp dapat dimanfaatkan pada tahap persiapan lahan tambak dan pembentukan air pada masa awal budidaya ikan/ udang. Pembentukan plankton, bakteri pembentuk flock, menurunkan pH dan stabilisasi alkalinitas berupa pembentukan buffer (penyangga) bikarbonat-asam karbonat dapat terlaksana. Namun jika dilanjutkan terus dari masa pertengahan budidaya hingga akhir (panen) maka eutrofikasi air dapat terjadi, konsentrasi posfat dan nitrit dapat meningkat sebagai akibat pelarutan posfat dan degradasi protein dari sisa pakan dan kotoran ikan/ udang serta produksi nitrit yang intens dari hasil pernafasan denitrifikasi *Bacillus* sp. Rentang pH pagi – sore juga dapat bergerak melebar, akibat daya larut terhadap karbonat yang bisa menyebabkan ketidakseimbangan buffer bikarbonat-asam karbonat dan radikal karbonat terbentuk (kalsinasi). Disamping itu, enzim protease dan chitinase yang dihasilkan selama fermentasi *Bacillus* sp dapat secara ekstrim mengganggu siklus dan kesempurnaan moulting bagi udang.

Jenis *Bacillus* (*B. cereus*, *B. clausii* dan *B. pumilus*) termasuk dalam lima produk probiotik komersil terdiri dari spora bakteri yang telah dikarakterisasi dan berpotensi untuk kolonisasi, immunostimulasi, dan aktivitas antimikrobanya. Beberapa penelitian telah berhasil mengisolasi dan memurnikan bakteriosin *Bacillus* sp. Gram positif diantaranya yaitu subtilin yang dihasilkan oleh *Bacillus subtilis*, megacin yang dihasilkan oleh *B. megaterium*, coagulin dihasilkan oleh *B. coagulans*, cerein dihasilkan oleh *B. cereus*, dan tochicin yang dihasilkan oleh *B. thuringiensis*. Bakteriosin merupakan zat antimikroba berupa polipeptida, protein, atau senyawa yang mirip protein. Bakteriosin disintesis diri bosom oleh bakteri selama masa pertumbuhannya dan umumnya hanya menghambat pertumbuhan galur-galur bakteri yang berkerabat dekat dengan bakteri penghasil bakteriosin. Kriteria yang merupakan ciri-ciri bakteriosin adalah sebagai berikut: (1) memiliki spektra aktivitas yang lebih sempit, (2) senyawa aktif merupakan polipeptida atau protein, (3) bersifat bakterisida, (4) mempunyai reseptor spesifik pada sel sasaran, 5) gen determinan terdapat pada plasmid. Senyawa antibiotik yang dihasilkan *Bacillus* sp adalah basitrasin, pumulin, laterosporin, gramisidin, dan tirocidin yang efektif melawan bakteri Gram positif serta kolistin dan polimiksin bersifat efektif melawan bakteri Gram negatif. Sedangkan difficidin memiliki pektrum lebar, mikobacilin dan zwittermicin bersifat antijamur.

Secara individu, spesies-spesies *Bacillus* sp memiliki kemampuan khas masing-masing sehingga dapat dimanfaatkan dalam kegiatan budidaya ikan/udang, yaitu:

- 1) *B. subtilis* dan *B. cereus* memiliki kemampuan untuk melakukan lysis terhadap cyanobacteria (BGA) pada konsentrasi 103 sel/ml di air kolam. Menghasilkan cyanobacteriocide sehingga cocok untuk digunakan sebagai kontrol biologi terhadap blooming blue green algae.
- 2) *B. megaterium* dan *B. polymyxa* mampu menghasilkan antibiotik berupa megacin dan polymycin yang efektif untuk menekan pertumbuhbiakan vibrio, *Escherchia colli* dan *Aeromonas*. *B. Polymyxa* memiliki berbagai macam potensi termasuk antibiotik peptida, protease, dan berbagai macam enzim carbohydrateutilizing, seperti P-amilase,-D-xilanase, pullulanase, glukosa isomerase, dan polygalacturonate liase.
- 3) *B. coagulans* dan *B. lichenoformis* mampu mensintesis secara cepat dan massal lectin dan polyhydroxyalkanoat (PHA) untuk polimerisasi activated sludge/bioflok, sehingga cocok untuk penebalan bioflok di air kolam/tambak jika diperlukan.
- 4) *B. subtilis* dan *B. coagulans* mampu menghentikan diare/mencret pada ikan/udang jika digunakan sebagai aditive pada pakan. *B. subtilis* memiliki kemampuan memproduksi antibiotik dalam bentuk lipopeptida, salah satunya adalah iturin. Iturin membantu *B. subtilis* berkompetisi dengan mikroorganisme lain dengan cara membunuh mikroorganisme lain atau menurunkan tingkat pertumbuhannya. Iturin juga memiliki aktivitas fungisida terhadap pathogen. Serta menghasilkan subtilin sebagai antibiotik yang digunakan untuk menekan populasi abkeri pathogen. *B. coagulans* mampu menghasilkan enzim amilase dan lipase.
- 5) *B. lichenoformis* mampu menghasilkan enzim protease yang dapat meningkatkan daya cerna protein dari pakan sehingga mampu meningkatkan protein efficiency ratio pakan (fermented feed). Bakteri ini merupakan species bakteri yang mampu menghasilkan protease dalam jumlah yang relatif tinggi. Jenis protease yang dihasilkan oleh bakteri ini adalah enzim ekstraselular yang tergolong proteinase serin karena mengandung serin pada sisi aktifnya.
- 6) *B. subtilis* dan *B. lichenoformis* dapat menghasilkan biosurfaktan yang mampu memotong gugus peptida dari toksin blue green algae.

- 7) *B. subtilis*, *B. cereus* dan *B. megaterium* mampu mengoksidasi senyawa hidrokarbon seperti minyak bumi dan fenol. *B. megaterium* merupakan produser utama untuk vitamin B12 dan penicillin. Selain itu, juga dapat memproduksi enzim yang berfungsi untuk sintetik steroid dan stabilitas yang baik dari plasmid rekombinan (Vary, 2007).
- 8) *B. subtilis* dan *B. lichenoformis* penghasil biosurfactan dengan jenis lipoprotein (biosurfactin).

B. Proses Fermentasi Pada Ikan Budu

Pemberian garam pada ikan yang telah dibelah secara merata. Ikan budu merupakan produk olahan ikan awetan yang dfermentasi dimana proses pembuatannya mirip dengan ikan asin. Akan tetapi teknis dari fermentasi ikan budu berbeda dengan ikan asin. Teknis pembuatan ikan budu diperlukan penggantungan dari ikan setelah pengambilan langsung dari laut. Penggantungan dari ikan tersebut bertujuan agar darah dari ikan segar turun dan mengurangi berat cair dari ikan tersebut.

Nama “ikan budu” merupakan nama yang telah lama dikenal bagi masyarakat setempat dan didaerah lain. Produk olahan ikan budu telah ada di kabupaten pariaman selama kurang lebih 30 tahun. Pada awalnya produk ikan budu ini di masak oleh nenek moyang setempat memakai bumbu masak berupa jahe, bawang merah dan yang lainnya. Akan tetapi budaya ini menghilang karena pemakaian bumbu masak dianggap merusak cita rasa ikan budu apabila telah diolah menjadi kuliner.

Ikan budu merupakan produk pengawetan ikan dengan pemberian garam dan penjemuran. Ikan budu ini dapat tahan lama sampai bertahun-tahun. Hal ini disebabkan pemberian garam pada fermentasi ikan ini menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan bakteri pathogen. Dengan adanya produk olahan ikan budu dapat menambah kwalitas gizi dari ikan dimana senyawa yang ada pada ikan lebih sederhana karena telah melewati proses fermentasi. Jenis ikan yang digunakan sebagai bahan dasar dari fermentasi ikan budu pada umumnya adalah ikan tenggiri. Ikan tenggiri mengandung gizi yang cukup tinggi. Kebutuhan protein hewani dapat dipenuhi dengan mengonsumsi ikan ini. Tenggiri merupakan jenis ikan yang mudah hidup dan mudah ditemui di perairan Indonesia. Selain ikan budu, ikan tenggiri juga diolah menjadi bentuk makanan

lain. Cara pengolahan yang lainnya seperti memanggang (broiling), menggoreng (frying), membakar (baking), dan pengasapan merupakan metode umum yang digunakan untuk mengolah ikan tenggiri.

Ikan tenggiri yang digunakan sebagai produk awetan ikan budu memiliki beberapa persyaratan. Diantaranya, ikan tenggiri tidak bisa digunakan apabila telah tercampur dengan es. Apabila hal ini terus dilanjutkan, maka produk ikan yang dihasilkan akan menjadi keras dan tidak renyah. Selain dari itu ikan yang digunakan harus ikan yang tidak terhempas-hempas selama penangkapannya. Karena dengan hal tersebut dapat mengurangi nilai mutu dan organoleptik dari hasil prosuk ikan budu.

Proses pembuatan ikan budu adalah sebagai berikut:

1. Pembersihan I.

Ikan tenggiri dibersihkan mulai dari bagian perutnya sampai dengan insangnya. Pembersihan bagian perut ikan bertujuan karena bakteri pembusuk yang ada pada ikan lebih banyak terdapat pada bagian pencernaan yaitu bagian perutnya dan juga insangnya.

2. Penggantungan.

Proses penggantungan dilakukan selama maksimal 24 jam sampai terjadi penggembungan pada daging ikan. Tujuan dari penggantungan agar darah dari ikan tersebut turun dan sampai hilang. Apabila darah tersebut masih terdapat pada ikan, darah akan menyebabkan gatal-gatal bagi konsumen yang telah memakan ikan ketika telah menjadi produk kuliner. Waktu dalam penggantungan ikan ini harus diperhatikan karena ikan tidak boleh melewati penggembungan dan akhirnya dagingnya menjadi tidak menyatu atau pecah. Sebaliknya apabila ikan tersebut kurang dari penggembungan yang optimal, maka pada proses pembelahan daging ikan mendapatkan kesulitan. Produk yang dihasilkan tidak akan sesuai dengan yang diharapkan karena nilai organoleptiknya tidak bagus.

3. Pembelahan daging ikan.

Pembelahan daging ikan bertujuan untuk mengeluarkan semua tulang yang terdapat pada ikan. Dengan pembuangan semua jenis tulang yang terdapat pada ikan, menghasilkan ikan tanpa tulang dengan kata lain hanya daging ikan murni y

Ada beberapa teknik khusus yang ada pada pemberian garam pada garam. Pertama komposisi garam yang di berikan pada ikan. Pemberian garam ini biasanya akan menghasilkan produk optimal apabila para pembuat ikan budu telah terbiasa atau telah kompeten dalam penentuan kadar garam yang akan diberikan. Selain dari itu, ukuran ikan yang digunakan untuk produk olahan juga menentukan komposisi garam yang akan diberikan saat penggaraman. Kedua, jenis garam yang digunakan. Jenis garam yang digunakan adalah garam pasir. Garam pasir merupakan garam yang telah dihaluskan sedemikian rupa dan dikeringkan sehingga berbentuk garam halus seperti puffer.

5. Pemberian bumbu.

Pemberian bumbu masak pada produk olahan ikan budu terhantung pada keahlian masyarakat setempat. Masing-masing masyarakat mempunyai rahasia tersendiri dalam pemberian bumbu pada ikan budu. Sebagian masyarakat memberikan bumbu penyedap seperti ajinomto untuk menambah cita rasanya. Setelah pemberian ajinomoto dipadu dengan penambahan sedikit gula agar rasa asin pada garam tidak terlalu meninjol pada produk ikan budu.

6. Pengermanan (peragian) .

Pengeraman pada produk ikan memerlukan waktu yang tergantung pada ukuran ikan yang difermentasi. Pada umumnya apabila ukuran ikan yang digunakan besar dan tebal pengermanan dilakukan selama 3 jam, sebaliknya apabila ukuran kecil dan tipis maka waktu yang dibutuhkan hanya mencapai 1 jam. Tujuan pengermanan ikan agar garam yang telah diberikan dapat larut dan menyebar pada seluruh bagian daging ikan dan rasa asin pada produk ikan dapat tercapai. Penggaraman juga bertujuan agar produk yang dihasilkan lebih tahan lama dan awet. Hal ini disebabkan adanya proses mikrobiologis pada produk ikan budu, dimana garam akan menghambat pertumbuhan mikroba-mikroba pembusuk dan pathogen terhadap ikan.

7. Pembersihan II.

Pembersihan ikan dari sisa garam yang tertinggal pada permukaan daging ikan selama peragian. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan nilai organoleptik produk hasil, dimana ikan akan terlihat bersih seperti produk ikan tanpa garam.

8. Penjemuran ikan.

Penjemuran ikan bertujuan agar produk ikan jadi kering, bebas dari kadar air yang terkandung dalam produk selama fermentasi. Selain dari itu, penjemuran juga bertujuan agar daging ikan dan menyatu dengan utuh. Hal ini juga berhubungan dengan bentuk produk yang akan dihasilkan. Waktu yang dibutuhkan selama penjemuran tergantung dengan kualitas matahari yang ada. Pada umumnya, penjemuran yang optimal membutuhkan waktu 48 jam sesuai dengan keadaan matahari pada waktu penjemuran.

Cara pembuatan ikan budu sangat berhubungan dengan keahlian dari masyarakat setempat dalam pengolahannya. Dimulai dari teknik penggantungan ikan, proses penggembungan ikan, teknik pemberian garam yang sesuai dengan kadar optimal dimana rasa ikan tersebut tidak asin dan tidak terasa tawar, sampai dengan penentuan lama penjemuran ikan agar ikan budu yang dihasilkan sesuai dengan nilai organoleptik yang diharapkan.

Fermentasi ikan budu merupakan jenis fermentasi asam laktat. Proses fermentasi Asam laktat berlangsung dengan adanya aktifitas bakteri asam laktat yang berlangsung secara spontan, karena terjadi secara alamiah dengan memperhatikan kondisi lingkungannya yaitu anaerobic. Penggunaan secukupnya garam (konsentrasi tertentu) bertujuan untuk menyerap keluarnya cairan glukosa yang terdapat pada ikan dan menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan. Pengaturan suhu yang sesuai juga harus diperhatikan selama fermentasi untuk menjaga kelangsungan hidup bakteri asam laktat.

Lactobacillus merupakan suatu contoh mikroorganisme yang berfungsi dalam pembentukan asam laktat. Bakteri Lactobacillus memiliki ketahanan terhadap kadar oksigen yang rendah (anaerobic) dan sangat tahan terhadap asam. Pertumbuhan bakteri asam laktat selama fermentasi akan mengakibatkan perubahan pada produk yaitu :

1. Membatasi pertumbuhan organisme yang tidak diinginkan dan menghambat pembusukan.
2. Memproduksi berbagai citarasa yang khas karena terjadi pengumpulan asam organik sehingga diperoleh hasil akhir yang khas berupa produk yang berbeda dari bahan dasarnya.

Sifat yang terpenting dari bakteri asam laktat adalah kemampuannya untuk merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dihasilkan asam laktat. Sifat ini penting dalam pembuatan produk

fermentasi, termasuk fermentasi ikan. Produk asam oleh bakteri asam laktat berjalan secara cepat, hal ini dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba lain yang tidak diinginkan dapat terhambat. Bakteri pathogen seperti *Salmonella* dan *Staphylococcus aureus* yang terdapat pada suatu bahan pangan akan dihambat . Pemberian bakteri asam laktat dapat menurunkan pH bahan pangan, penurunan pH tersebut dapat memperlambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk (Buckle et al., 1987). Keadaan asam akibat penurunan pH akan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk. Efek bakterisidal dari asam laktat berkaitan dengan penurunan pH lingkungan menjadi 3 sampai 4,5 sehingga pertumbuhan bakteri lain termasuk bakteri pembusuk akan terhambat.

IV. PERANAN BIOTEKNOLOGI DALAM BIDANG LINGKUNGAN

Bioteknologi lingkungan merupakan salah satu pemanfaatan bioteknologi yang penggunaannya banyak melibatkan mikroorganisme untuk meningkatkan kualitas lingkungan hidup manusia dan alam sekitarnya. Peningkatan kualitas lingkungan tersebut meliputi pencegahan terhadap masuknya berbagai polutan agar lingkungan tidak terpolusi; membersihkan lingkungan yang terkontaminasi oleh polutan; dan memberdayakan sumber daya alam yang masih memiliki nilai tambah untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Essensi kajian bioteknologi lingkungan sesungguhnya untuk meningkatkan kesejahteraan taraf kehidupan manusia melalui pemberdayaan lingkungan melalui mekanisme tertentu. Bioteknologi lingkungan dalam biologi merupakan kajian yang menjanjikan mengenai analisis dampak lingkungan (AMDAL) untuk kesejahteraan dalam meningkatkan penjagaan lingkungan hidup dalam kehidupan modern yang lebih baik lagi di masa industrialisasi. Salahsatu perlakuan teknologi dalam bioteknologi lingkungan dilakukan melalui mikrobiologi yang sudah dikembangkan pada abad 20, seperti mengaktivasi berbagai kotoran (hewan dan manusia) dan pencernaan anaerobik hewan, kotoran-kotoran lain yang berserakan di lingkungan tempat tinggal kita. Pada waktu yang sama, hadirnya teknologi baru secara konstan ditujukan untuk memecahkan masalah-masalah yang sedang trend sekarang ini , terutama masalah lingkungan hidup, seperti detoksifikasi zat-zat kimia yang berbahaya yang sudah banyak menyatu ke dalam berbagai tumbuhan dan hewan peliharaan kita. Beberapa perangkat alat penting yang sering digunakan untuk melihat karakteristik dan proses pengontrolan pollutant dalam teknologi lingkungan juga telah dikembangkan secara bertahap sesuai dengan biaya yang tersedia. Contoh: mengukur biomassa secara tradisional, seperti zat padat yang mudah menguap, yang tidak memiliki relevansi berkurang atau hilang, meskipun perangkat ini digunakan khusus untuk biologi molekuler guna mengeksplor persebaran komunitas mikrobial. Proses kerja bioteknologi lingkungan sesuai dengan prinsip kerja yang sudah diaplikasikan pada bidang mikrobiologi dan rekayasa (engineering), seperti aplikasi dibawah ini. Prinsip-prinsip rekayasa mengarah kepada perangkat kuantitatif, sedangkan prinsip-prinsip mikrobiologi seringkali mengarah kepada observasi. Kuantifikasi merupakan essensi, jika proses ini handal

(reliable) dan hemat biaya (cost-effective). Bagaimanapun, kompleksitas dari komunitas mikrobial terlibat dalam bioteknologi lingkungan. Kompleksitas ini seringkali berada di luar deskripsi kuantitatif, tidak memiliki nilai observasi kuantitatif dari nilai yang terbaik. Kajian bioteknologi lingkungan mengakar kepada prinsip-prinsip dan aplikasi biologi, yang berkaitan dengan teknologi. Strategi kita dalam mengembangkan bioteknologi lingkungan berbasis kepada konsep-konsep dasar dan perangkat yang bersifat kuantitatif saja. Yang dimaksud dengan prinsip-prinsip dan aplikasi biologi disini adalah memberdayakan semua proses mikrobiologikal agar dapat dipahami, diprediksi, dan merupakan satu kesatuan pemahaman. Setiap aplikasi bioteknologi lingkungan memiliki ciri-ciri khusus tersendiri yang musti dipahami kita. Ciri khusus ini tidak dilakukan secara jungkir balik, tetapi dilakukan secara step by step. Ilmu-ilmu pengetahuan apa saja yang terlibat kedalam kajian bioteknologi lingkungan, di antara nya: dasar-dasar taksonomi makhluk hidup, dasar-dasar mikrobiologi lingkungan, metabolisma, genetika, dan ekologi mikrobial. Di samping itu, pengetahuan lain juga terlibat, seperti: stokimetri dan energetika dari reaksi-reaksi mikrobial. Oleh karena itu, bioteknologi lingkungan merupakan ilmu aplikatif yang musti ditumbuhkembangkan untuk meningkatkan kesejahteraan tarap kehidupan manusia ke arah kemakmuran.

a. *Pseudomonas* sp.

Pseudomonas berbentuk batang dengan diameter 0,5 – 1 x 1,5 – 5,0 mikrometer. Bakteri ini merupakan organisme gram negatif yang motilitasnya dibantu oleh satu atau beberapa flagella yang terdapat pada bagian polar. Akan tetapi ada juga yang hampir tidak mampu bergerak. Bersifat aerobik obligat yaitu oksigen berfungsi sebagai terminal elektron aseptor pada proses metabolismenya. Kebanyakan sp.esies ini tidak bisa hidup pada kondisi asam pada pH 4,5 dan tidak memerlukan bahan-bahan organik. Bersifat oksidasi negatif atau positif, katalase positif dan kemoorganotropik. Dapat menggunakan H₂ dan CO sebagai sumber energi. Bakteri *pseudomonas* yang umum digunakan sebagai pendegradasi hidrokarbon antara lain *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas stutzeri*, dan *Pseudomonas diminuta*.

Salah satu faktor yang sering membatasi kemampuan bakteri *Pseudomonas* dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon adalah sifat kelarutannya yang rendah, sehingga sulit mencapai sel bakteri. Adapun mekanisme degradasi hidrokarbon di dalam sel bakteri *Pseudomonas* yaitu:

* Mekanisme degradasi hidrokarbon alifatik

Pseudomonas menggunakan hidrokarbon tersebut untuk pertumbuhannya. Penggunaan hidrokarbon alifatik jenuh merupakan proses aerobik (menggunakan oksigen). Tanpa adanya O₂, hidrokarbon ini tidak didegradasi. Langkah pendegradasi hidrokarbon alifatik jenuh oleh *Pseudomonas* meliputi oksidasi molekuler (O₂) sebagai sumber reaktan dan penggabungan satu atom oksigen ke dalam hidrokarbon teroksidasi.

* Mekanisme degradasi hidrokarbon aromatik

Banyak senyawa ini digunakan sebagai donor elektron secara aerobik oleh bakteri *Pseudomonas*. Degradasi senyawa hidrokarbon aromatik disandikan dalam plasmid atau kromosom oleh gen xy/E. Gen ini berperan dalam produksi enzim katekol 2,3-dioksigenase. Metabolisme senyawa ini oleh bakteri diawali dengan pembentukan Protocatechuate atau catechol atau senyawa yang secara struktur berhubungan dengan senyawa ini. Kedua senyawa ini selanjutnya didegradasi oleh enzim katekol 2,3-dioksigenase menjadi senyawa yang dapat masuk ke dalam siklus Krebs (siklus asam sitrat), yaitu suksinat, asetil KoA, dan piruvat.

b Arthrobacter sp.

Pada kultur yang masih muda *Arthrobacter* berbentuk batang yang tidak teratur 0,8 – 1,2 x 1 – 8 mikrometer. Pada proses pertumbuhan batang segmentasinya berbentuk coccus kecil dengan diameter 0,6 – 1 mikrometer. Gram positif, tidak berspora, tidak suka asam, aerobik, kemoorganotropik. Memproduksi sedikit atau tidak sama sekali asam dan gas yang berasal dari glukosa atau karbohidrat lainnya. Katalase positif, temperatur optimum 25 – 30 °C.

c. *Acinetobacter* sp.

Memiliki bentuk seperti batang dengan diameter 0,9 – 1,6 mikrometer dan panjang 1,5- 2,5 mikrometer. Berbentuk bulat panjang pada fase stasioner pertumbuhannya. Bakteri ini tidak dapat membentuk spora. Tipe selnya adalah gram negatif, tetapi sulit untuk diwarnai. Bakteri ini bersifat aerobik, sangat memerlukan oksigen sebagai terminal elektron pada metabolisme. Semua tipe bakteri ini tumbuh pada suhu 20-300 C, dan tumbuh optimum pada suhu 33-350 C. Bersifat oksidasi negatif dan katalase positif. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menggunakan rantai hidrokarbon sebagai sumber nutrisi, sehingga mampu meremidiasi tanah yang tercemar oleh minyak. Bakteri ini bisa menggunakan amonium dan garam nitrit sebagai sumber nitrogen, akan tetapi tidak memiliki pengaruh yang signifikan. D-glukosa adalah satu-satunya golongan heksosa yang bisa digunakan oleh bakteri ini, sedangkan pentosa D-ribosa, D-silosa, dan L-arabinosa juga bisa digunakan sebagai sumber karbon oleh beberapa strain.

d. *Bacillus*

Umumnya bakteri ini merupakan mikroorganisme sel tunggal, berbentuk batang pendek (biasanya rantai panjang). Mempunyai ukuran lebar 1,0-1,2 ?m dan panjang 3-5 m. Merupakan bakteri gram positif dan bersifat aerob. Adapun suhu pertumbuhan maksimumnya yaitu 30-50oC dan minimumnya 5-20oC dengan pH pertumbuhan 4,3-9,3. Bakteri ini mempunyai kemampuan dalam mendegradasi minyak bumi, dimana bakteri ini menggunakan minyak bumi sebagai satu-satunya sumber karbon untuk menghasilkan energi dan pertumbuhannya. Pada konsentrasi yang rendah, bakteri ini dapat merombak hidrokarbon minyak bumi dengan cepat. Jenis *Bacillus* sp. yang umumnya digunakan seperti *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus laterospor*.

4. Bioremediasi Pencemaran Logam Berat

Mikroba mengurangi bahaya pencemaran logam berat dapat dilakukan dengan cara detoksifikasi, biohidrometakurgi, bioleaching, dan bioakumulasi.

Detoksifikasi (biosorpsi) pada prinsipnya mengubah ion logam berat yang bersifat toksik menjadi senyawa yang bersifat tidak toksik. Proses ini umumnya berlangsung dalam kondisi anaerob dan memanfaatkan senyawa kimia sebagai

akseptor .Biohidrometalurgi pada prinsipnya mengubah ion logam yang terikat pada suatu senyawa yang tidak dapat larut dalam air menjadi senyawa yang dapat larut dalam .Bioleaching merupakan aktivitas mikroba untuk melarutkan logam berat dari senyawa yang mengikatnya dalam bentuk ion bebas. Biasanya mikroba menghasilkan asam dan senyawa pelarut untuk membebaskan ion logam dari senyawa pengikatnya. Proses ini biasanya langsung diikuti dengan akumulasi ion .Bioakumulasi merupakan interaksi mikroba dan ion-ion logam yang berhubungan dengan lintasan metabolisme

Interaksi mikroba dengan logam di alam adalah imobilisasi logam dari fase larut menjadi tidak atau sedikit larut sehingga mudah dipisahkan. Adapun contoh mikroba pendekrasi logam .*Enterobacter cloacae* dan *Pseudomonas fluorescens* mampu mengubah Cr (VI) menjadi Cr (III) dengan bantuan senyawa-senyawa hasil metabolisme, misalnya hidrogen sulfida, asam askorbat, glutathion, sistein, *Desulfovibrio* sp. membentuk senyawa sulfida dengan memanfaatkan hidrogen sulfida yang dibebaskan untuk mengatasi pencemaran logam Cu.*Desulfuromonas acetoxidans* merupakan bakteri anerobik laut yang menggunakan sulfur dan besi sebagai penerima elektron untuk mengoksidasi molekul organik dalam endapan yang bisa menghasilkan energi.

Bakteri pereduksi sulfat contohnya *Desulfotomaculum* sp. Dalam melakukan reduksi sulfat, bakteri ini menggunakan sulfat sebagai sumber energi yaitu sebagai akseptor elektron dan menggunakan bahan organik sebagai sumber karbon. Karbon tersebut selain berperan sebagai sumber donor elektron dalam metabolismenya juga merupakan bahan penyusun selnya. Adapun reaksi reduksi sulfat oleh bakteri ini adalah sebagai berikut. Bakteri belerang, khususnya *Thiobacillus ferroxidans* banyak berperan pada logam-logam dalam bentuk senyawa sulfida untuk menghasilkan senyawa sulfat. Mikroalga contohnya *Spirulina* sp., merupakan salah satu jenis alga dengan sel tunggal yang termasuk dalam kelas Cyanophyceae. Sel *Spirulina* sp. berbentuk silindris, memiliki dinding sel tipis. Alga ini mempunyai kemampuan yang tinggi untuk mengikat ion-ion logam dari larutan dan mengadsorpsi logam berat karena di dalam alga terdapat gugus fungsi yang dapat melakukan pengikatan dengan ion logam. Gugus fungsi tersebut terutama gugus karboksil, hidroksil, amina, sulfudril imadazol, sulfat dan sulfonat yang terdapat dalam dinding sel dalam sitoplasma. Jamur

Saccharomyces cerevisiae dan *Candida* sp. dapat mengakumulasikan Pb dari dalam perairan, *Citrobacter* dan *Rhizopus arrhizus* memiliki kemampuan menyerap uranium. Penggunaan jamur mikoriza juga telah diketahui dapat meningkatkan serapan logam dan menghindarkan tanaman dari keracunan logam berat.

5. Washing Oil, Kegiatan Membersihkan Minyak dari Pantai.

Bioremediasi di lingkungan akuatik juga dapat dilakukan di tempat tambak. Dalam hal ini digunakan campuran bakteri nitrifikasi dan bakteri denitrifikasi diantaranya *Bacillus* sp. dan *Saccharomyces* sp., serta campuran dari *Bacillus* sp., *Nitrosomonas* sp. dan *Nirrosobacter* sp. pada sistem budidaya udang sebagai agen bioremediasi senyawa metabolit toksik arnonia dan nitrit di tambak udang. Penggunaan bakteri nitirifikasi dan denitrifikasi untuk berfungsi menjaga keseimbangan senyawa nitrogen anorganik (amonia, nitrit dan nitrat) di sistem tambak. Pendekatan bioremediasi ini diharapkan dapat menyeimbangkan kelebihan residu senyawa nitrogen yang berasal dari pakan dan berupa dilepaskan berupa gas N₂ dan N₂O ke atmosfer. Peran bakteri nitrifikasi adalah mengoksidasi amonia menjadi nitrit atau nitrat, sedangkan bakteri denitrifikasi akan mereduksi nitrat atau nitrit menjadi dinitrogen oksida (N₂O) atau gas nitrogen (N₂). Pemberian bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi sebagai agen bioremediasi ke dalam tambak udang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan bakteri yang berperan dalam proses remineralisasi unsur nitrogen dan membantu proses purifikasi alarniah (selfpurification) dalam siklus nitrogen.

6. Bioremediasi Air Asam Tambang

Air Asam Tambang (AAT) adalah istilah umum yang digunakan untuk menyebutkan lindian, rembesan atau aliran yang telah dipengaruhi oleh oksidasi alamiah mineral sulfida yang terkandung dalam batuan yang terpapar selama penambangan. Untuk menganggulangi air asam tambang ini biasanya menggunakan active dan passive treatment, yang masing-masing memiliki metode-metode sendiri. Secara teknis, limbah minyak bumi bisa dibersihkan menggunakan bakteri *Bacillus* sp. ICBB 7859. Sementara limbah merkuri bisa menggunakan *Pseudomonas pseudomallei* ICBB 1512. Sedangkan fenol menggunakan *Khamir Candida* sp. ICBB 1167 dan *Pseudomonas* sp. Dalam

bidang pertanian, teknologi ini pernah di uji cobakan di Lembang. Pada daerah persawahan yang tercemar oleh limbah pabrik tekstil yang mengandung kadmium. Unsur beracun terberat kedua setelah merkuri. Setelah dibioremediasi dalam hitungan minggu, persawahan pun kembali dapat ditanami padi.

7. Bioenergi

Konsep mendapatkan bioenergi dari biomassa dalam hubungannya dengan metoda pengolahan limbah adalah meliputi proses anaerobic digestion dan fermentasi. Metana dan etanol contohnya, telah lama digunakan sebagai bahan bakar. Perkiraan rata-rata kebutuhan bahan bakar adalah antara 0,5-1,0 kg/org.hari setara dengan kurang lebih 150 W. Kebutuhan listrik di USA meningkat rata-rata 2,7 % per tahun pada 10 tahun terakhir.

Sehubungan dengan semakin meningkatnya kebutuhan energi, maka penggunaan biomassa untuk energi juga akan semakin meningkat. Tahun 1999 USA menargetkan kenaikan tiga kali penggunaan biomassa di AS pada 2010, (ini memberikan tambahan income sebesar 15 miliar dolar), sementara pada saat yang sama mengurangi emisi karbon dari 70 juta mobil dari jalanan. Uni Eropa akan meningkatkan sampai dua kali penggunaan energi terbarukan pada 2010. Rencananya, energi biomassa akan ditingkatkan penggunaannya hingga 90 million tonnesof oil ekuivalen (Mtoe) per tahun meningkat menjadi 137 Mtoe. Dimana separuhnya akan dihasilkan dari tanaman pertanian energi dan sisanya dari bahan bakar nabati (biofuel).

Energi dalam biofuel pada dasarnya didapatkan dari turunan sinar matahari yang diperoleh pada saat proses fotosintesis oleh tumbuhan hijau. Proses ini mampu menyimpan energi dalam biosfer sekitar 2×10^{21} joule atau 7×10^{13} watt per tahun. Selama pembakaran biomassa, karbon organik bereaksi dengan oksigen menghasilkan energi yang utama berupa panas, material residunya akan digunakan kembali dalam siklus alam. Diperkirakan setiap tahunnya total $2,5 \times 10^{11}$ ton residu ini bersirkulasi di biosfer, dimana sekitar 1×10^{11} ton adalah karbon.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang peranan bioteknologi dalam kehidupan peserta diklat mengamati slide, gambar tentang peranan bioteknologi dalam kehidupan
2. Kemudian dilakukan tanya jawab tentang peranan bioteknologi dalam bidang pangan, pertanian, peternakan, kedokteran, perikanan, dan lingkungan
3. Peserta diklat diminta mengamati kecap, bekasam, tempe, roti, keju, kultur jaringan, inseminasi buatan, kloning, antibiotik ,vaksin, pengelolaan limbah
4. Selanjutnya fasilitator meminta peserta diklat melakukan praktik mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam bidang pangan, pertanian, peternakan, kedokteran, perikanan, dan lingkungan
5. peserta diklat melakukan praktikum , mengidentifikasi peranan bioteknologi dalam bidang kedokteran, perikanan, dan lingkungan dengan LK sebagai berikut :
 - a. Lembar Kerja 1
 2. Judul ; Poses Pembuatan Kecap ikan

2. Tujuan : Peserta diklat mampu menerapkan bioteknologi konvensional dalam pembuatan kecap

3. Bahan dan Alat

Bahan :

Ikan, Enzim papain

Bumbu-bumbu :

Gula merah, Wijen, Laos, Pekak, Sereh, Ketumbar, Bawang putih, Kemiri, Daun salam

Alat-alat

Kompor, pisau, panci, blender, termometer, kain saring

Cara Pembuatan

1. Daging ikan yang sudah dihancurkan sebanyak 50 g dimasukkan ke dalam wadah berisi 250 ml air
2. Enzim dicampurkan dengan konsentrasi 0,6%
3. Diinkubasi pada suhu 50°C selama 32 jam
4. Didiamkan selama 30 menit kemudian disaring dengan kain saring sehingga didapatkan hasil hidrolisa daging ikan yang siap dimasak
5. Mencampur hasil hidrolisa daging ikan dengan bumbu yang sudah disangrai terlebih dahulu, dan memasaknya selama 15 menit. Bumbu yang ditambahkan adalah gula merah, laos, sereh, bawang putih, daun salam, ketumbar, pekak, wijen, adas, dan kemiri.
6. Setelah selesai pemasakan, kecap yang dihasilkan disaring.

Buatlah Laporan lengkap dan Presentasikan , dan hasil akhir dikumpulkan kepada fasilitator

b. Lembar Kerja 2

1.Judul : Membuat kecap modern

Masyarakat Indonesia tentunya tidak asing lagi dengan yang namanya Kecap, hampir sebagian besar kuliner Indonesia menggunakan kecap sebagai penyedap dan pelengkap sajinya. Kecap adalah cairan jernih berwarna coklat yang mempunyai bau dan rasa yang khas serta banyak mengandung nitrogen terlarut dan garam. Kecap sebagai produk olahan sangat jarang atau bahkan tidak dikonsumsi secara langsung tetapi umumnya dijadikan bahan penyedap atau pemberi cita rasa pada masakan tertentu.

Kecap yang beredar di masyarakat digolongkan menjadi kecap asin dan kecap manis. Kecap ikan adalah cairan yang diperoleh dari hasil fermentasi ikan di dalam larutan garam. Proses **pembuatan kecap ikan** ini terhitung mudah dan tidak memerlukan modal yang besar, oleh karena itu pembuatan kecap ikan ini sangatlah tepat apabila dijadikan **usaha rumahan**.

Kecap dapat dibuat dari ikan-ikan ekonomis ataupun non ekonomis. Cita rasa yang khas ditimbulkan terutama berkaitan dengan senyawa-senyawa hasil biodegradasi protein yang berkombinasi dengan unsur-unsur gizi lain (lemak dan karbohidrat) yang terdapat dalam bahan makanan. Seperti telah disebutkan

diatas, kecap ikan adalah cairan yang diperoleh dari hasil fermentasi ikan di dalam larutan garam. Selama fermentasi, mikroba halofilik seperti *Saccharomyces*, *Torulopsis*, dan *Pediococcus* yang tahan garam berkembang menghasilkan senyawa flavor. Selain secara fermentasi dengan penambahan garam, kecap ikan dapat dibuat dengan cara hidrolisis enzimatis. Penambahan enzim pada pembuatan kecap ikan berfungsi untuk mempercepat hidrolisis protein. Berikut akan dijelaskan lebih lanjut proses pembuatan kecap ikan dengan cara fermentasi.

BAHAN BAKU

Bahan yang digunakan cukup mudah didapatkan dipasar dan harganya relatif ekonomis, yaitu terdiri atas :

- Ikan. Supaya lebih ekonomis, sebaiknya digunakan ikan-ikan kecil yang kurang disukai untuk dikonsumsi. Ikan dicuci bersih, ditiriskan dengan sempurna. Kemudian dihamparkan dan diangin-anginkan selama satu jam
- Garam. Garam kasar ditumbuk sampai halus. Jumlah: 20% dari berat ikan.
- Bumbu. Bumbu yang digunakan pada pembuatan kecap adalah jahe, lengkuas, kayu manis, dan gula merah.

PERALATAN

Perlengkapan yang digunakan dalam proses pembuatan kecap ikan cukup sederhana dan pada umumnya tersedia di dapur rumah tangga, sehingga tidak terlalu menyulitkan jika hendak memulai usaha ini sebagai usaha rumahan (home industri). Peralatan tersebut terdiri atas :

- Wadah fermentasi. Alat ini digunakan untuk fermentasi ikan menjadi kecap ikan. Untuk usaha rumah tangga dapat digunakan ember plastik. Untuk usaha agak besar, perlu menggunakan wadah dari logam yang tahan garam, atau wadah dari fiber glass.
- Wadah perebus. Wadah ini digunakan untuk merebus cairan kecap.
- Kompor

- Kain penyaring. Alat ini digunakan untuk menyaring kecap hingga diperoleh kecap yang jernih. Dapat juga digunakan penyaring dari plastik, tetapi diperlukan saringan plastik dengan ukuran lubang yang kecil/halus
- Botol , sebaiknya digunakan botol dari bahan kaca agar kualitasnya lebih terjaga dan awet.
- Alat penutup botol
- Pemberat. Dibuat dari kayu dan di atasnya diletakkan coran semen pemberat.
-

PROSES PEMBUATAN

Setelah bahan-bahan dan peralatan disiapkan, tahap selanjutnya adalah proses pembuatan kecap ikan. Tahapan pembuatan kecap ikan adalah sebagai berikut :

A. Tahapan awal/pendahuluan

Bila menggunakan ikan ukuran sedang dan besar, ikan harus disiangi untuk membuang jeroan dan insang. Kemudian ikan dicuci, dibelah dan dipotong-potong berukuran 3-4 cm. Bila menggunakan ikan berukuran kecil (teri) ikan cukup dicuci dan ditiriskan.

B. Tahapan Fermentasi Kecap 1

Untuk mendapatkan kecap ikan dengan kualitas baik (no.1) dilakukan dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Dasar wadah fermentasi ditaburi dengan garam yang telah ditumbuk halus setinggi 0,25 cm, kemudian ikan disusun membentuk satu lapisan. Di atas lapisan ini ditaburi lagi garam setinggi 0,25 cm secara merata, kemudian diatasnya disusun lagi satu lapis ikan. Demikian seterusnya sampai wadah penuh. Garam yang digunakan adalah 20 % dari berat ikan. Setiap 1 kg ikan membutuhkan 200 gr garam halus. Wadah ditutup rapat kemudian disimpan (dfermentasi) selama 3-6 bulan.
2. Setelah masa fermentasi tersebut, saluran cairan pada bagian wadah dibuka, dan cairan yang keluar ditampung melalui kain saring (2 lapis). Cairan jernih ini disebut kecap nomor 1.

C. Fermentasi Kecap 2

Sisa ampas atau ikan-ikan yang belum hancur dari fermentasi no. 1 masih dapat dimanfaatkan lagi, dengan cara penambahan garam 5% dari berat ikan semula pada sisa ikan fermentasi 1. Kemudian diperlakukan lagi selama 3 bulan. Cairan yang diperoleh merupakan kecap nomor 2. Kecap nomor 2 ini tidak sejernih dan tidak sesedap kecap no. 1.

D. Penyiapan Bumbu Kecap Asin

Setelah cairan hasil fermentasi terkumpul, tahapan pembuatan kecap ikan selanjutnya adalah penambahan bumbu. Seperti telah disinggung diatas kecap dipasaran dibedakan menjadi kecap manis dan kecap asin. Untuk pembuatan kecap asin, bumbu peleengkap yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Jahe dikupas, dicuci, kemudian digiling sampai hancur (tiap 1 liter cairan kecap membutuhkan 40 gram jahe).
2. Lengkuas dicuci, kemudian digiling sampai hancur (tiap 1 liter cairan kecap membutuhkan 40 gram lengkuas).
3. Kayu manis dipotong kecil-kecil (tiap liter kecap membutuhkan 20 gram kayu manis).
4. Bumbu-bumbu tersebut dibungkus dengan 2 lapis kain, diikat dan diberi tali dari benang katun yang kuat.

E. Penyiapan Bumbu Kecap Manis

Untuk pembuatan kecap manis, bumbu-bumbu yang harus disiapkan adalah sebagai berikut:

1. Gula merah diiris-iris, dan digiling sampai halus (tiap liter kecap membutuhkan 500 gram gula merah).
2. Jahe dikupas, dicuci, kemudian digiling sampai hancur (tiap 1 liter cairan kecap membutuhkan 40 gram jahe).
3. Lengkuas dicuci, kemudian digiling sampai hancur (tiap 1 liter cairan kecap membutuhkan 40 gram lengkuas).
4. Kayu manis dipotong kecil-kecil (tiap liter kecap membutuhkan 20 gram kayu manis).

5. Gula merah dan bumbu-bumbu tersebut dibungkus dengan 2 lapis kain, diikat dan diberi tali dari benang katun yang kuat.

F. Pembumbuan dan Pemasakan Kecap Asin

Setelah semua bumbu pelengkap siap, proses pengolahannya adalah sebagai berikut : Cairan kecap (yang nomor 1 atau nomor 2) ditambahkan dengan air (tiap liter cairan kecap ditambah dengan 0,5 liter air). Cairan direbus sampai mendidih. Setelah itu api dikecilkan sekedar menjaga agar cairan tetap mendidih. Bumbu kecap asin yang telah dibungkus diatas dicelupkan ke dalam cairan yang mendidih dan diaduk-aduk terus menerus selama 15 menit. Kecap yang dihasilkan adalah kecap asin. Ketika masih panas, kecap asin ini disaring dengan 2 lapis kain saring.

G. Pembumbuan dan Pemasakan Kecap Manis

Demikian juga dengan proses pemasakan kecap manis, proses pembuatannya adalah : Cairan kecap (yang nomor 1 atau nomor 2) ditambahkan dengan air (tiap liter cairan kecap ditambah dengan 0,5 liter air). Cairan direbus sampai mendidih. Setelah itu api dikecilkan sekedar menjaga agar cairan tetap mendidih. Bumbu kecap manis yang telah dibungkus diatas dicelupkan ke dalam cairan yang mendidih dan diaduk-aduk terus menerus selama 15 menit. Kecap yang dihasilkan adalah kecap manis. Dalam kondisi masih panas, kecap manis ini disaring dengan 2 lapis kain saring.

H. Pengemasan

Tahap terakhir dari proses pembuatan kecap adalah pembotolan. Botol yang akan digunakan dalam pengemasan dibersihkan terlebih dahulu. Sebaiknya botol-botol tersebut disterilkan terlebih dahulu dengan cara direbus/dikukus. Setelah boto-botol siap, larutan kecap yang masih panas segera dimasukkan ke dalam botol, kemudian ditutup rapat. Terakhir pelabelan botol kecap.

Selama botol masih dalam kondisi tersegel/tertutup, kecap ikan tersebut mempunyai waktu simpan yang cukup lama. Setelah pelabelan selesai, kecap ikan siap diedarkan/dipasarkan.

6. Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan / mempresentasikan hasil praktikum tentang peranan bioteknologi dalam bidang pangan, pertanian, peternakan, kedokteran, perikanan, dan lingkungan , tersebut ,dan dikumpulkan kepada fasilitator
7. Fasilitator menyampaikan tanya jawab tentang peranan bioteknologi dalam bidang pangan, pertanian, peternakan, kedokteran, perikanan, dan lingkungan
8. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang peranan bioteknologi dalam bidang pangan, pertanian, peternakan, kedokteran, perikanan, dan lingkungan
9. Peserta diklat menyimpulkan tentang peranan bioteknologi dalam bidang pangan, pertanian, peternakan, kedokteran, perikanan, dan lingkungan
10. Fasilitator meminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
11. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , peranan bioteknologi dalam bidang pangan, pertanian, peternakan, kedokteran, perikanan, dan lingkungan, dan menyampaikan materi yang belum jelas
12. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , fasilitator memberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat
13. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes

E.Latihan/Kasus/Tugas

TUGAS

MEMBUAT TERASI IKAN

Lakukan kegiatan ini secara berkelompok

A. Jenis Terasi

Terasi merupakan produk awetan ikan-ikan atau rebon yang telah diolah melalui proses pemeraman atau fermentasi, penggilingan atau penumbukan dan penjemuran yang berlangsung selama + 20 hari. Ke dalam produk terasi tersebut ditambahkan garam yang berfungsi sebagai bahan pengawet

Terasi yang banyak yang diperdagangkan dipasar, secara umum dapat dibedakan menjadi dua macam berdasarkan bahan bakunya, yaitu terasi udang dan terasi ikan. Terasi udang biasanya memiliki warna cokelat kemerahan, sedangkan terasi ikan berwarna kehitaman dan terasi udang umumnya memiliki harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan terasi ikan.

B. Kandungan Unsur Gizi Terasi

Unsur gizi yang terkandung di dalam terasi cukup lengkap dan cukup tinggi. Di samping itu dalam terasi udang terkandung yodium dalam jumlah tinggi yang berasal dari bahan bakunya.

Untuk harga produk Terasi ikan dan terasi udang tiap bungkusnya seharga Rp 10.000,- untuk terasi ikan, sedangkan untuk terasi udang seharga Rp 13.500,-

II. Langkah Kerja

A. Alat dan Bahan

1. Alat

- Timbangan
- Alat penghancur
- Tempat fermentasi
- Perangkat penjemuran
- Wadah plastic
- Kain saring

2.Bahan

- Bahan Baku

a.Terasi Ikan

Beberapa jenis ikan yang sering digunakan sebagai bahan baku pembuatan terasi ikan adalah ikan Selar gatel (Rembang),Badar/Teri (Krawang) dan sebagainya.Kepala ikan harus dibuang terlebih dahulu sebelum diproses lebih lanjut

b.Terasi Udang

Adapun bahan baku yang digunakan dalam pembuatan terasi udang adalah berupa rebon atau udang kecil dengan ukuran panjang berkisar antara 1 cm – 2,1 cm (membujur), lebar 0,3 cm dengan warna keputihan

B. Cara Pembuatan Terasi

- 1.Ikan dicuci bersih untuk membuang kotoran dan lumpur yang melekat kemudian ditiriskan
- 2.Tambahkan garam sebanyak 5% dari berat udang/ikan dan pewarna sesuai dengan warna yang diinginkan kemudian diaduk rata
- 3.Tempatkan campuran tersebut pada wadah tumpah dan ratakan agar ketebalannya 1 – 2 cm
- 4.Jemur sampai setengah kering sambil diaduk selama penjemuran agar merata tingkat kekeringannya
- 5.Giling / tumbuk agar halus dan di bentuk adonan gumpalan-gumpalan tersebut
- 6.Hasil tumbukan berupa tumbukan-tumbukan bulat dibungkus dengan

- tikar atau daun pisang kering.Biarkan selama satu hari sampai dua hari.
- 7.Jemur kembali sambil dihancurkan supaya cepat kering. Jika terlalu kering dapat ditambahkan air.Waktu penjemuran 3 – 4 hari dan kondisi dijaga agar tidak terlalu kering
- 8.Buat gumpalan-gumpalan kembali dan bungkus dengan daun pisang kering
- 9.Simpan selama 1 – 4 minggu, supaya terjadi proses fermentasi sampai terciptanya bau khas terasi

3 LATIHAN

Setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran 3 , penerapan Biotehnologi dalam kehidupan selanjutnya jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Untuk memperoleh antibodi monoklonal dalam skala besar yang digunakan untuk pengobatan kanker dapat dilakukan dengan cara
- a. totipotensi jaringan
 - b. teknologi hibridoma
 - c. teknologi plasmid
 - d. transplantasi gen
 - e. transplantasi nukleus
2. Contoh proses bioteknologi tradisional adalah ...
 - a. pembuatan tempe
 - b. pengolahan limbah
 - c. pembuatan kompos
 - d. pembuatan tahu
 - e. penemuan interferon

3. 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 bulgaris
 - 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

- a. 1-2
 - b. 2-3
 - c. 3-4
 - d. 3-5
 - e. 4-5
4. Bakteri hasil rekayasa genetika bila terlepas dari laboratorium dan masuk ke dalam lingkungan di khawatirkan oleh para ahli akan dapat menyebabkan
- a. membunuh bakteri lain yang bermanfaat
 - b. pembusukan sampah organik menjadi lambat
 - c. munculnya penyakit baru yang sulit diobati
 - d. semua bakteri menjadi resisten terhadap antibiotika
 - e. hama tanaman berkembang sangat pesat
5. interferon yang merupakan senyawa yang mampu mengobati beberapa penyakit kanker dapat diproduksi secara rekayasa genetika melalui teknik
- a.. Kloning

- b. Transplantasi gen
 - c. Plasmid
 - d. Transfer enzim
 - e. Hibridoma
6. Penggunaan bakteri *Bacillus thuringensis* (Bt) dalam rekayasa tumbuhan bertujuan untuk memperoleh tumbuhan yang
- a. menghasilkan asam amino yang lengkap
 - b. menghasilkan pestisida pembunuh hama
 - c. mampu memupuk dirinya sendiri
 - d. menguraikan senyawa yang bersifat racun
 - e. proses fotosintesisnya berjalan sangat cepat
7. Dalam bioteknologi, mikroorganisme dimanfaatkan sebagai penghasil dan pengubah bahan makanan. Mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan yoghurt adalah
- a. *Rhizopus* sp
 - b. *Candida* spesies sp.
 - c. *Lactobacillus bulgaricus*.
 - d. *Penicillium* sp.
 - e. *Aspergillus oryzae*
8. Makanan yang berasal dari tumbuhan atau hewan transgenik diberi label GMO genetically modified organisms agar konsumen bebas untuk memilihnya. Sebab makanan tersebut
- a. kadar protein yang terkandung sangat rendah
 - b. menyebabkan alergi pada orang tertentu
 - c. menghambat pertumbuhan pada balita

- d. mudah terkontaminasi bakteri-bakteri patogen
 - e. mengandung racun yang dapat menyebabkan mutasi gen
9. Berikut ini adalah langkah-langkah Bioteknologi :
1. "Gen titipan" dimaksudkan kedalam plasmid
 2. DNA yang mengandung gen titipan diberi Enzim Restriksi
 3. Bakteri agen memperbanyak diri
 4. Plasmid yang membawa "gen titipan" dimasukkan kedalam bakteri agen
- Untuk langkah yang benar dari Bioteknologi dengan teknik DNA Rekombinan pada teknik Plasmid adalah
- a. 2, 3, 4 dan 1
 - b. D.1,2,3,dan 4
 - c. 2, 1, 4 dan 3
 - d. 1, 3, 4 dan 2
 - e. 2, 1, 3 dan 4
10. Bioteknologi saat ini mampu menggabungkan dua sel dari jaringan yang berbeda dari organisme yang berbeda serta menyatukannya menjadi satu sel tunggal. Proses bioteknologi ini disebut
- a. cangkok gen
 - b. teknologi plasmid
 - c. teknologi hibridoma
 - d. teknologi DNA
 - e. rekayasa genetika
11. Dalam proses pembuatan ketan terjadi proses fermentasi .urutan proses fermentasi tersebut adalah...
- a. Tepung- gula-alkohol
 - b. Gula-alkohol-tepung

- c. Alkohol-tepung-gula
 - d. Gula-tepung –alkohol
 - e. Tepung- alkohol- gula
12. Teknik Pada Kultur jaringan dilandaskan pada sifat
- a. deferensiasi
 - b. bioremediasi
 - c. regenerasi
 - d. transplantasi
 - e. totipotensi
13. Berikut ini beberapa bahan makanan yang difermentasi dengan bantuan mikroorganisme dan produk-produknya
- | No | Mikroorganisme | Bahan dasar | Produk |
|-----|------------------------|-------------|-----------|
| I | Streptococcus sp | susu | yoghurt |
| II | Aspergilus sp | Kedelai | Kecap |
| III | Rhizopus sp | Kedelai | Kecap |
| IV | Leuconostoc citrovorum | susu | Mentega |
| V | Aspergilus sp | susu | Krim asam |
- Hubungan yang benar antara bahan mentah,mikroorganisme, dan produknya adalah..
- a. I dan II
 - b. II dan IV
 - c. I dan IV
 - d. III dan V
 - e. II dan III
14. Bioteknologi menerapkan prinsip-prinsip Ilmu pengetahuan dan rekayasa untuk penanganan dan pengolahan bahan. Prinsip dasar bioteknologi konvensional adalah...

- a. rekayasa genetika dan bantuan mikroorganisme
 - b. fermentasi dan bantuan mikroorganisme
 - c. manipulasi DNA dan bantuan mikroba
 - d. fermentasi dan rekayasa genetika
 - e. manipulasi DNA dan fermentasi
15. Bioteknologi dapat diterapkan untuk mengubah dan meningkatkan nilai tambah pangan ,serta pembuatan sumber pangan baru dengan bantuan mikroba. Tabel berikut ini menunjukkan hubungan antara jenis mikroba,bahan dasar dan produk bioteknologi yang dihasilkan.Manakah hubungan yang tepat?

No	Mikroorganisme	Bahan dasar	Produk
a	Aspergillus oryzae	Kedelai	tempe
b	Rhizopus oryzae	Kedelai	Tauco dan kecap
c	Sacharomyces cereviciae	Tepung gandum	roti
d.	Streptococcus lactis	Kedelai	keju
e..	Penicillium ruguoforti	susu	yoghurt

16. Pada proses pembuatan nata de coco, mikroorganisme yang cocok digunakan adalah
- a. Acetobacter xylinum
 - b. Aspergillus oryzae
 - c. Saccharomyces cereviciae
 - d. Rhizopus oryzae
 - e. Penicillium sp

17. Bioteknologi modern memanfaatkan organisme, baik pada tingkat seluler atau molekul, antara lain kultur jaringan, transgenik, dan kloning. Jika populasi tanaman semusim dikembangkan terus menerus melalui kultur jaringan secara turun temurun, dampak yang terjadi adalah...
- sel-sel selalu mengalami perubahan sampai mengalami fase tidak produktif
 - reproduksi menurun karena gen-gen unggul tergeser
 - gen-gen dominan termutasi menjadi gen resesif
 - sel-sel semakin tidak adaptif terhadap lingkungan
 - kualitas tanaman menurun akibat usia sel-sel memasuki masa tua
18. 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
 - Streptococcus thermophilus
19. Escherichia coli Vektor yang digunakan dalam proses rekayasa genetika (DNA rekombinasi) adalah
- kloroplas
 - mitokondria
 - nukleus
 - DNA
 - plasmid

20. Jenis makanan yang dihasilkan melalui proses fermentasi kacang kedelai oleh jamur Aspergillus wentii adalah

- a. roti
- b. tempe
- c. kecap
- d. yoghurt
- e. tahu

F. Rangkuman

Biotehnologi merupakan proses pengolahan bahan baku yang memanfaatkan makhluk hidup sebagai agen biologi untuk menghasilkan barang dan jasa. Penerapan Biotehnologi mencakup bidang yang sangat luas, namun secara garis besar penerapan bioteknologi dikelompokkan pada:

- 1. Bidang Pangan**
- 2. Bidang Pertanian**
- 3. Bidang Peternakan**
- 4. Bidang Kedokteran**
- 5. Bidang Lingkungan**
- 6. Bidang Perikanan**

Mikroorganisme dapat menjadi bahan pangan ataupun mengubah bahan pangan menjadi bentuk lain. Proses yang dibantu oleh mikroorganisme misalnya melalui fermentasi, seperti keju, yoghurt, dan berbagai makanan lain termasuk kecap dan tempe. Pada masa mendatang diharapkan peranan mikroorganisme dalam penciptaan makanan baru seperti mikroprotein dan protein sel tunggal. Mengenal sifat dan cara hidup mikroorganisme juga akan sangat bermanfaat dalam perbaikan-teknologi-pembuatan-makanan.

Biotehnologi banyak dimanfaatkan dalam bidang pertanian. Pembuatan kompos dan biogas merupakan contoh yang sederhana. Pemanfaatan biotehnologi untuk meningkatkan hasil pertanian pada masa sekarang ini dilakukan secara

modern, misalnya pada pemuliaan tanaman dengan menciptakan tanaman transgenik (tanaman yang genya telah dimodifikasi), kultur jaringan, biopestisida, dan sebagainya. Berikut ini beberapa contoh bioteknologi dalam bidang pertanian.

Pemanfaatan bioteknologi dalam bidang peternakan lainnya adalah membuat hewan transgenik (hewan yang genya telah dimodifikasi) dan teknologi induk buatan. Teknologi induk buatan sering dilakukan pada hewan langka yang sulit bereproduksi secara alami. Embrio hewan ini ditransplantasikan pada rahim spesies lain yang masih berkerabat.

Bioteknologi perikanan adalah bioteknologi yang ditekankan khusus pada bidang perikanan. Penerapan bioteknologi dalam bidang perikanan sangat luas, mulai dari rekayasa media budidaya, ikan, hingga pascapanen hasil perikanan. Pemanfaatan mikroba telah terbukti mampu mempertahankan kualitas media budidaya sehingga aman untuk digunakan sebagai media budidaya ikan.

Bioteknologi telah menciptakan ikan berkarakter genetis khas yang dihasilkan melalui rekayasa gen. Melalui rekayasa gen, dapat diciptakan ikan yang tumbuh cepat, warnanya menarik, dagingnya tebal, tahan penyakit dan sebagainya.

Pada tahap pascapanen hasil perikanan, bioteknologi mampu mengubah ikan melalui proses transformasi biologi hingga dihasilkan produk yang bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia. Sudah sejak abad 11, manusia sebetulnya menggunakan prinsip dasar ini. Pembuatan pangan seperti peda, kecap ikan, terasi ikan merupakan hasil bioteknologi.

Di bidang medis, penerapan bioteknologi di masa lalu dibuktikan antara lain dengan penemuan vaksin, antibiotik, dan insulin walaupun masih dalam jumlah yang terbatas akibat proses fermentasi yang tidak sempurna. Perubahan signifikan terjadi setelah penemuan bioreaktor oleh Louis Pasteur

Kemajuan di bidang bioteknologi tak lepas dari berbagai kontroversi yang melingkupi perkembangan teknologinya. Sebagai contoh, teknologi kloning dan rekayasa genetika terhadap tanaman pangan mendapat kecaman dari bermacam-macam golongan (Anonymous, 2011).

G. Umpam Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan , apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan dan memberikan contoh penerapan bioteknologi dalam pengolahan pangan		
2	Dapat menjelaskan dan memberikan contoh penerapan bioteknologi dalam pengolahan pertanian		
3	Dapat menjelaskan dan memberikan contoh penerapan bioteknologi dalam pengolahan peternakan		
4	Dapat menjelaskan dan memberikan contoh penerapan bioteknologi dalam pengolahan kesehatan/ kedokteran		
5	Dapat menjelaskan dan memberikan contoh penerapan bioteknologi dalam pengolahan perikanan		
6	Dapat menjelaskan dan memberikan contoh penerapan bioteknologi dalam bidang lingkungan		

Apabila anda menjawab pada kolom **Ya** secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom **tidak**, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom **tidak tersebut** .

H. KUNCI JAWABAN

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 1

1. E 6. C 11. B

2. D 7.A 12. B

3. A 8. D 13. A

4.A 9.C 14. C

5.A 10.A 15.A

H. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 2

1. E. 6. E

2. D 7. E

3. D 8. A

4. A 9. E

5. C 10. C

H . Kunci Jawaban kegiatan Pembelajaran 3

1. B 6. B 11. A 16. A

2. A 7. C 12. C 17. B

3. D 8. B 13. B 18. B

4. D 9. B 14. B 19. E

5. C 10. C 15. A 20. E

Evaluasi

Jawablah Pertanyaan berikut!

A. Berilah tanda silang (x) pada huruf a, b, c, d, atau e untuk jawaban yang tepat!

1. Pada teknik perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan , perkembangan tanaman yang dilalui secara berurutan adalah....

a. kalus-plantlet - eksplan

- b. eksplan- plantlet- kalus
 - c. eksplan- kalus- plantlet
 - d. plantlet – kalus- eksplan
 - e. plantlet – eksplan - kalus
2. Untuk mendapatkan bibit tanaman yang bebas penyakit karena virus, jamur, maupun bakteri, kultur jaringan merupakan metode yang terbaik saat ini karena....
- a. Keturunan yang dihasilkan bervariasi
 - b. Jumlah keturunanya banyak dan seragam
 - c. Perlakuananya serba steril
 - d. Sifat- sifat keturunanya sama dengan induknya
 - e. Menghemat waktu dan tempat
3. Enzim pembatas yang diperlukan untuk memotong gen yang diinginkan dan untuk membuka plasmid bakteri pada rekayasa genetika adalah....
- a. Enzim restriksi
 - b. Enzim ligase
 - c. Enzim polimerase
 - d. Enzim isomerase
 - e. Enzim hidrogenase
4. Bioteknologi konvensional berbeda dengan bioteknologi modern dalam hal....
- a. Kegunaanya
 - b. Produk yang dihasilkan
 - c. Jenis mikroorganismenya
 - d. Bahan dasarnya
 - e. Prinsip kerja yang digunakannya
5. Hasil peleburan dua buah sel soma dari hasil isolasi jaringan yang berbeda menjadi satu sel tunggal disebut....
- a. Mieloma
 - b. Zigot
 - c. Embrio
 - d. Hibridoma
 - e. Plantlet

6. Untuk menggabungkan atau menyisipkan gen (DNA) asing ke dalam plasmid bakteri digunakan....
 - a. Gunting genetika
 - b. Sinar laser
 - c. Sinar X
 - d. Hormon
 - e. Enzim
7. *Bacillus thuringiensis* dapat dimanfaatkan sebagai bioinsektisida karena dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh....
 - a. Ulat daun
 - b. Larva ngengat dan kupu-kupu hama
 - c. Belalang dan ulat daun
 - d. Larva lalat buah
 - e. Wereng coklat
8. Untuk memproduksi antibodi monoklonal digunakan teknik....
 - a. DNA Rekombinan
 - b. Kultur jaringan
 - c. Hibridoma
 - d. Kloning
 - e. Fermentasi
9. Bakteri yang dapat digunakan untuk penguraian limbah yang berasal dari tumpahan minyak adalah....
 - a. *Acetobacter*
 - b. *Spirulina*
 - c. *Pseudococcus*
 - d. *Pseudomonas*
 - e. *Bacteroides*
10. Antibodi monoklonal dibuat dengan menggunakan teknik....
 - a. Plasmid
 - b. Kultur jaringan
 - c. Hibridoma
 - d. Terapi gen
 - e. Kloning

Penutup

Demikian modul ini dibuat sebagai pendukung diklat guru mata pelajaran biologi bidang agrobisnis dan agriteknologi , semoga bermanfaat meningkatkan kompetensi guru yang menggunakan .

Modul ini masih jauh dari kesempurnaan untuk selanjutnya saran dan masukan yang bersifat membangun dari pengguna sangat diharapkan demi penyempurnaan modul ini.

Demikian kami sampaikan , atas kerjasamanya disampaikan terima kasih

Daftar Pustaka

Drs. Bagod Sudjadi,M.Ed.Biologi, **Sains dalam Kehidupan**, Yudhistira, 2002

Cleon W Ross, **Fisiologi Tumbuhan** , ITB Bandung. 1995

D.A Pratiwi, Srimaryati, Srikiini dkk, Biologi SMA jilid 3 untuk elas XII , penerbit Erlangga ,2006

Siregar, Amelia Z. dkk, **Biologi Pertanian SMK** , Direktorat Pendidikan Nasional, 2008.

Iwang Gumilar gumilaring@yahoo.com

Manitto, Paulo. 1992. **Biosintesis Produk Alami**. Semarang: IKIP Semarang Press.

Wirahadikusumah, M. 1985. **Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat, dan Lipid**andung: ITB Bandung.

Frank Bsalsbury, Cleon W Ross, 1995, **Fisiologi Tumbuhan**, diterjemahkan oleh: Dr Diah R Lukman , ITB Bandung

Siti Laila .M.Pd., **Biologi Sains dalam Kehidupan**, 2005, Yudhistira

F.G. Winarno, 2002, **Fisiologi Lepas Panen Produk Hortikultura**, M.Brio press Bogor

Sri Rini Dwi Ari, dkk, **Teknologi Pangan Untuk SMK** , Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta 2008

Soeriaatmadja, RE. Prof.Dr., **Ilmu Lingkungan**, Cetakan ke-7, Penerbit ITB,1997

Yempita, **Biologi Perikanan**, Universitas Bung Hatta, Jakarta, 2007.

Campbell N. A., **Biologi**, Erlangga, Jakarta,

Dahuri, Rokmin. 2012. Industri Bioteknologi Kelautan Sebagai Mesin Pertumbuhan Ekonomi Baru Indonesia.

<http://blogs.itb.ac.id/ratnaekaputri/2012/11/26/industri-bioteknologi-kelautan-sebagai-mesin-pertumbuhan-ekonomi-baru-indonesia/>. Diakses tanggal 9 Maret 2013.

Hermana, Joni. 2011. Bioteknologi Lingkungan. Fakultas teknik sipil dan perencanaan–ITSsurabaya. <http://www.ftsp.its.ac.id>. Diakses tanggal 9 Maret 2013.

DAFTAR ISTILAH (GLOSARIUM)

- Aneusomi : jumlah autosom maupun gonosomnya dapat berkurang atau bertambah dari normal
- Applied Science : ilmu terapan
- Biogas : pembuatan gas yang memanfaatkan mikroorganisme
- Biokatalisator : sifat enzim yang mempercepat suatu reaksi tetapi tidak ikut bereaksi
- Blastospora : spora aseksual yang dihasilkan dengan cara berkuncup, contohnya pada khamir
- Breeding : proses perkawinan silang pada makhluk hidup
- Daur ulang : salah satu cara untuk mengolah sampah organik dan anorganik menjadi benda-benda yang bermanfaat
- Daya lenting : kemampuan lingkungan untuk pulih kembali pada keadaan seimbang jika mengalami perubahan atau gangguan.
- Fermentasi : perubahan enzimatik dan anaerob dari substansi organik oleh mikroorganisme untuk menghasilkan zat organik yang lebih sederhana
- Fotik : daerah yang masih dapat diterangi sinar matahari
- Hujan asam : sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen dioksida (NO_2) bereaksi di udara membentuk asam yang jatuh ke bumi bersama dengan hujan dan salju
- Identifikasi : menelaah sifat-sifat suatu makhluk hidup untuk menentukan namanya dari hasil pengamatan morfologi (pencandraan)
- Incineration : proses penghancuran sampah padat dibakar di dalam alat insinerator
- Limbah anorganik : limbah yang dihasilkan dari bahan-bahan anorganik, yang tidak dapat diolah, contohnya plastik,kaleng, aluminium
- Limbah organic : limbah yang dihasilkan dari bahan-bahan organik, dapat diolah kembali.
- Lingkungan : interaksi antara faktor biotik dan abiotik dengan makhluk hidup
- Limnetik : daerah air terbuka yang mendapat sinar matahari efektif
- Litoral : daerah yang berbatasan dengan darat.

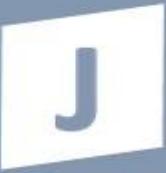
- Pencemaran : perubahan yang tidak diinginkan pada lingkungan yang meliputi udara, daratan, air secara fisik, kimia, atau pun biologi
- Perifiton : tumbuhan maupun hewan yang melekat atau bertengger pada batang, daun, akar tumbuhan atau pada permukaan benda lain
- Piknidium : tubuh buah yang terdapat pada cendawan bermitospora
- Pilus : saluran penghubung dalam transfer DNA dalam berkonjugasi pada bakteri
- Plankton : mikroorganisme yang hidup melayang-layang di air
- Predasi : interaksi antar spesies, satu spesies yaitu predator memangsa (memakan) spesies yang lainnya yaitu mangsa
- Polisom : kumpulan ribosom
- Prokariotik : sel yang belum memiliki membran inti sehingga materi genetiknya berada dalam sitoplasma
- Proliferasi : pertumbuhan disebabkan oleh pembelahan sel, bukan karena bertambah besarnya sel
- Profag : DNA bakteriofag lamda yang menyisip pada materi genetik sel inang
- Profundal : daerah di bawah daerah limnetik sampai pada dasar
- Protokooperasi : interaksi menguntungkan kedua pihak
- Siklus biogeokimia : siklus materi yang melibatkan senyawa-senyawa kimia yang berinteraksi dengan faktor fisik, terjadi di alam

Lampiran

MATA PELAJARAN

BIOLOGI BIDANG PERIKANAN DAN KELAUTAN

SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)



KELOMPOK
KOMPETENSI

**MATA PELAJARAN
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN
AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2018

Jalan Jendral Sudirman, Gedung D Lantai 15, Senayan, Jakarta 10270
Telepon/Fax: (021) 5797 4130

[www.gtk.kemdikbud.go.id](http://www gtk.kemdikbud.go.id)