

BUKUPANDUAN GURU **BIOTEKNOLOGI**

DENGAN PENDEKATAN STM
(Sains Teknologi Masyarakat)

untuk SMA/MA Kelas XII

**Nurhasanah, M.Si
Sundari, M.Pd
Abdu Mas'ud, M.Pd**

**Editoor
Prof. Dr. A.D. Corebima, M.Pd**



LepKhair
Lembaga Penerbitan Universitas Khairun

BUKU PANDUAN GURU
BIOTEKNOLOGI

DENGAN PENDEKATAN STM
(Sains Teknologi Masyarakat)

Untuk SMA/MA Kelas XII

Nurhasanah, M.Si

Sundari, M.Pd

Abdu Mas'ud, M.Pd

Editor

Prof. Dr. A.D Corebima, M.Pd



LepKhair

(Lembag Penerbitan Universitas Khairun)

B U K U P A N D U A N G U R U
B I O T E K N O L O G I
D E N G A N P E N D E K A T A N S T M
(Sains Teknologi Masyarakat)

ISBN: 978 - 602 - 9143 - 08 - 9

Nurhasanah, M.Si

Sundari, M.Pd

Abdu Mas'ud, M.Pd

Editor

Prof. Dr. A.D Corebima, M.Pd

Cetakan ke-1

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Terbit

Lembag Penerbitan Universitas Khairun (LepKhair)

Email; lep.khair@yahoo.com

(isi buku diluar tanggungjawab penerbit)

Dicetak oleh

Semarat Tata Warna Jakarta

(isi diluar tanggungjawab percetakan)

All Right Reserved

Dilarang memperbanyak buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang

KATA PENGANTAR

Upaya perbaikan pendidikan dilakukan dengan berbagai cara, antara lain: perubahan kurikulum, perbaikan mutu/kualitas guru dan siswa, peningkatan alokasi dana untuk pendidikan, serta peningkatan sarana dan prasarana yang menunjang pendidikan. Oleh karena itu, guru tidak hanya sebagai penerima pembaruan, namun ikut bertanggung jawab dan berperan aktif dalam melakukan pembaruan pendidikan, serta mengembangkan pengetahuan dan keterampilan, khususnya dalam pengelolaan pembelajaran di kelas.

Di dalam pembelajaran biologi, peneliti sering kali menemukan siswa yang kurang memahami konsep-konsep biologi secara mendalam. Padahal pemahaman konsep-konsep biologi sangat diperlukan dalam pengintegrasian alam dan teknologi di dalam kehidupan nyata di masyarakat. Hal ini mungkin saja bisa disebabkan kurangnya motivasi dalam diri siswa, di dalam pembelajaran ditemukan kurangnya keterlibatan siswa, dan penekanan guru terhadap keterkaitan antara sikap biologi dengan lingkungan riil. Selain itu, bisa saja dalam pelaksanaan pengajaran, guru menyampaikan materi kurang menarik. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu rasanya ditemukan cara yang tepat sehingga permasalahan yang sering muncul di setiap pembelajaran biologi dapat diminimalisasikan.

Cara yang tepat dalam membelajarkan biologi, seorang guru harus perlu memilih pendekatan, model, metode yang tepat untuk membelajarkan siswa dikelas. Yang dimaksud di sini adalah pembelajaran biologi yang bermakna bagi siswa di dalam kehidupan nyata sehari-hari.

Buku panduan ini membelajarkan siswa tentang biologi dalam konsep bioteknologi yang memanfaatkan isu masyarakat sebagai penghasil produk bioteknologi untuk kesejahteraan masyarakat. Selain itu, buku panduan ini juga membelajarkan bagaimana seorang siswa ikut terlibat langsung/perperan melaksanakan teknologi sederhana dalam pengintegrasian alam dan teknologi di dalam kehidupan nyata di masyarakat.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu segala saran masukan sangat diharapkan untuk penyempurnaannya. Mudah-mudahan tulisan ini ada manfaatnya....!!!

KATA SAMBUTAN EDITOR

Seorang guru yang inovatif harus mampu menciptakan suasana pembelajaran yang menyenangkan dan dapat mengintegrasikan teori, situasi dan kontent di lingkungan sekitar untuk menunjang pembelajaran konstruktivis kontekstual dan bermakna. Guru profesional seharusnya tidak hanya menguasai dan mampu mengajarkan secara teori saja, tetapi juga harus mampu mengajarkan pengetahuan dan keterampilan belajar kepada siswa agar pembelajaran dapat mencapai kompetensi yang diharapkan.

Penerbitan buku panduan guru BIOTEKNOLOGI yang merupakan produk dari penelitian Hibah Penelitian Bagi Pendidikan (HP3 DIKTI) oleh Nurhasanah dkk ini, diharapkan dapat bermanfaat bagi guru, dan siswa untuk dapat menciptakan suasana pembelajaran yang konstruktivis kontekstual dengan memanfaatkan issue dan teknologi masyarakat sekitar.

Dalam rangka penyusunan buku ini penulis telah banyak berkonsultasi kepada saya selaku editor. Tim Penulis telah berusaha melakukan pengkajian dan penelusuran pada berbagai pustaka, maupun survei dikalangan masyarakat dan selanjutnya menyampaikannya secara sederhana, lengkap dan sistematis terkait Konsep, prinsip dan aplikasi BIOTEKNOLOGI.

Kritik dan saran dapat diberikan melalui e-mail abdu_unk@yahoo.co.id. Harapan Editor semoga kehadiran buku sederhana ini dapat bermanfaat bagi guru dan siswa dalam menunjang proses pembelajaran yang konstruktivis kontekstual. Buku panduan ini juga berperan membelajarkan siswa agar ikut terlibat langsung melaksanakan teknologi sederhana di dalam kehidupan nyata di masyarakat.

Akhirnya pada kesempatan ini selaku editor saya mengucapkan selamat dan sukses serta terus berupaya menjadi pendidik profesional kepada para penulis.

Malang April 2010
Editor

Prof A.D Corebima, M.Pd

DAFTAR ISI

	Hal
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
Pendahuluan	1
Klasifikasi bioteknologi	2
Daftar materi pokok kompetensi dasar & indikator hasil belajar	6
Kegiatan 1	8
Kegiatan 1.1	15
Kegiatan 1.2	16
Kegiatan 2	18
Kegiatan 2.1	24
Kegiatan 2.2	29
Kegiatan 3	35
Kegiatan 3.1	38
Kegiatan 3.2	40
Daftar pustaka	41
Umpan balik	42
Kunci Jawaban	44
Silabus Dan sistem penilaian	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
1 Tugas Pendataan Produk Bioteknologi Pangan di Kota Ternate	17
2 Lembar Pengamatan Diskusi	17
3 Penilaian Produk	28
4 penilaian Pengamatan sikap	28
5 Lembar Pengamatan Diskusi	39
6 Tabel Penilaian Produk	39
7 Penilaian Pengamatan sikap	39
8 Tugas analisis Artikel	40
9 Kriteria Tingkat Penguasaan	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1 Materi Pokok Bioteknologi	7
2 Isu Bioteknologi	9
3 Disiplin ilmu Bioteknologi	11
4 Macam Produk Bioteknologi	13
5 Teknik mengasap Ikan	16
6 Ikan Cakalang Asap	16
7 Nata de Coco	18
8 Teknik Fermentasi	20
9 Stater Nata	23
10 Inokulasi stater Nata pada air kelapa	25
11 Hasil Panen Nata de coco	25
12 Hasil Panen Nata de coco	25
13 Nata yang siap diolah	26
14 Nata Siap dikonsumsi	26
15 Autoklaf untuk sterilisasi	29
16 Teknik kerja aseptik	29
17 Teknik isolasi bakteri	30
18 Morfologi koloni Bakteri	30
19 Pengamatan Mikroskopis Bakteri	30
20 Sel Bakteri	30
21 Zona hambat antimikroba	33
22 Kloning	35
23 Teknik DNA rekombinan	37

PENDAHULUAN

Bioteknologi adalah bidang penerapan biosains dan teknologi yang menyangkut penerapan praktis organisme hidup atau komponen selulernya pada industri jasa dan manufaktur serta pengolahan lingkungan. Bioteknologi memanfaatkan bakteri, ragi, kapang, alga, sel tumbuhan atau jaringan hewan yang dibiakkan sebagai konstituen berbagai proses industri. Penerapan bioteknologi yang berhasil hanya akan mungkin tercapai bila dilakukan pengintegrasian berbagai disiplin ilmu pengetahuan alam dan teknologi termasuk mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi molekuler serta rekayasa genetika.

Proses bioteknologi umumnya mencakup produksi sel atau biomassa dan transformasi kimia yang diinginkan. Transformasi kimia tersebut lebih lanjut dapat dibagi ke dalam sub bagian yaitu:

1. Pembentukan suatu produk akhir yang diinginkan, contohnya enzim, antibiotik, asam organik, dan steroid
2. Penguraian suatu bahan baku yang diberikan, contohnya limbah atau tumpahan minyak

Reaksi dalam bioteknologi dapat bersifat katabolik (penguraian senyawa kompleks) maupun reaksi anabolik (sintesis senyawa kompleks). Bioteknologi mencakup proses fermentasi mulai dari bir dan anggur, hingga roti, keju dan antibiotik dan vaksin), pengelolaan air dan sampah, sebagian teknologi pangan, dan juga berbagai penerapan baru yang terus bertambah, mulai dari biomedis hingga daur ulang logam dari batuan mineral yang berkualitas rendah.

KLASIFIKASI BIOTEKNOLOGI

Berbagai produk mikrobial (enzim, vitamin, senyawa-senyawa organik, asam-asam amino esensial, reagen-reagen kemoterapi, mikrobanya sendiri dan sebagainya) dihasilkan melalui pemanfaatan mikroba yang seolah-olah bertindak sebagai mesin pabrik atau pengganti reaksi kimia/organik yang rumit melalui biokonversi. Bioteknologi pada dasarnya diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Bioteknologi Untuk Meningkatkan Nilai Tambah

a. *Bioteknologi produksi makanan dan Tanaman*

Contoh: pembuatan anggur, bir, roti, tape, tempe, cuka, brem, yoghurt, keju. Pada saat ini telah dikembangkan proses yang canggih untuk memperoleh tanaman yang dapat mengikat nitrogen dari udara bebas dan tanaman yang tahan hama.

b. *Bioteknologi di bawah kondisi non Steril*

Contoh; pembuatan aseton /butanol, asam asetat, asam laktat, asam sitrat, etanol, gliserol dan pengolahan limbah.

c. *Bioteknologi di bawah kondisi steril*

Contoh: pembuatan penicillin, Streptomycin, tertrasiklin, vitamin B 12, giberelin, asam amino, steroid, enzim dan lainnya.

d. *Aplikasi hasil-hasil keilmuan baru dalam bioteknologi*

Contoh: hormon insulin, interferon, dan hormon pertumbuhan.

2. Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Bioteknologi

a. Dalam bidang pangan

- 1) Mikroorganisme penghasil protein sel tunggal (PST):
Methylophilus methylotropus (bahan makanan ternak); Spirulina (sumber pangan); Saccharomyces cerevisiae dan Candida utilis (makanan ternak)
- 2) Pengubahan makanan dengan jasa mikroorganisme: *Lactobacillus bulgaricus* (merubah susu menjadi keju); *Streptococcus thermophilus* (merubah susu menjadi Yoghurt)
- 3) Fermentasi makanan non susu: Saccharomyces (fermentasi roti), *Aspergillus wentii* (fermentasi kecap), *Rhizopus oligosporus* (fermentasi tempe); *Acetobacter xylinum* (fermentasi nata de coco).
- 4) pembuatan asam cuka dan alkohol: Saccharomyces (fermentasi anggur atau wine); Acetobacter (fermentasi asam cuka)

b. Mikroorganisme sebagai penghasil Obat

Penicillium notatum dan Penicillium crysogenum (penghasil Penisilin); Streptococcus griceus (penghasil Streptomycin), Interferon merupakan senyawa antivirus yang dapat mengobati beberapa bentuk kanker dan insulin untuk mengobati diabetes

c. Mikroorganisme sebagai pembasmi tanaman:

Bacillus thuringensis patogen terhadap ulat hama tanaman; Pseudomonas minus es mampu bekerja secara kompetisi dengan hama alami.

d. Mikroorganisme yang berperan dalam pengolahan Limbah dan Polutan: Clostridium butricum (penghasil gas bahan bakar non polusi); Methanobacterium penghasil biogas dari kotoran

- e. Mikroorganisme sebagai pemisah logam: *Thiobacillus ferrooxidans* memisahkan tembaga dari bijihnya.

3. Kultur Jaringan dan Sel

Teknologi kultur jaringan berkembang berdasarkan teori Totipotensi (potensi penuh) yaitu kemampuan sel yang tidak mengalami kehilangan informasi genetika walaupun telah terdiferensiasi, sehingga semua sel penyusun jaringan mempunyai informasi genetik yang sama. Dengan totipotensi ini satu tanaman dapat diklon menjadi ribuan tanaman baru yang identik secara genetik. Teknologi kultur sel berkembang dengan prinsip Kloning sel misal trasplantasi nukleus dari sel usus kecebong diinjeksikan ke sel telur (germ sel) sehingga terbentuk katak dewasa.

4. Rekayasa Genetika

Rekayasa genetika adalah upaya pencangkakan gen dengan teknik rekombinasi DNA pada mikroorganisme tertentu sehingga menghasilkan produk. Rekayasa genetika berkembang karena ditemukannya enzim restriksi endonuklease (gunting biologi); enzim Ligase (lem biologi) dan plasmid yaitu DNA sirkuler pada bakteri yang berpotensi sebagai vektor.

Implikasi rekayasa genetika dapat diterapkan pada beberapa hal yaitu: pembentukan hormon insulin, rekayasa genetika untuk memperbaiki tumbuhan yang resisten terhadap kekeringan, penyakit dan tanah tandus. Melalui pencangkakan gen pembentuk pestisida, pencangkakan gen tumbuhan yang mampu mengikat nitrogen, pencangkakan gen pembentuk asam amino, serta rekayasa genetika untuk membentuk gen yang mampu menyembuhkan penyakit menurun seperti hemofili, buta warna dan sikle sel anemia.

Teknologi hibridoma merupakan suatu perkembangan dari kemampuan manusia untuk mengambil dua sel dari jaringan yang berbeda dari organisme yang sama atau organisme yang berbeda sehingga terbentuk sel hibrid. Contoh antibodi Monoklonal yang dihasilkan oleh suatu klon dari sel-sel hibridoma yang berfungsi untuk mendiagnosis penyakit, tes kehamilan, dan mengobati kanker.

Bioteknologi mencakup pemanfaatan sebagian proses atau keseluruhan makhlukhidup untuk kepentingan manusia membuat sesuatu, mencakup enzimologi, rekayasa genetika, biomedis, biopangan dan sebagainya.

Pada bagian ini lebih banyak dikaitkan dengan teknologi pangan dan kesehatan (pengendalian mikroba).

DAFTAR MATERI POKOK

KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

HASIL BELAJAR

Pengantar

Dalam buku panduan guru ini penulis berupaya menuliskan bagaimana seorang guru biologi mengajarkan tentang materi bioteknologi pada siswa kelas XII, sesuai dengan topik yg tertera di atas maka penulis akan menuangkan pokok pikirannya mengenai langkah-langkah atau cara mengajarkan materi bioteknologi pada siswa kelas XII. Langkah-langkahnya sebagai berikut

1. Memahami KTSP
2. Menelaah Standar Kompetensi
3. Menelaah Kompetensi Dasar dan Indikator yang ingin dicapai
4. Merencanakan pengalaman belajar yang dapat diberikan kepada siswa.
5. Mengembangkan dokumen administrasi dan perangkat pembelajaran yang terdiri dari program tahunan, program semester, Silabus dan RPP serta bahan ajar

Dalam Buku panduan Guru ini telah dilakukan telaah standar kompetensi, Kompetensi dasar, indikator dan materi pokok yang akan dibahas dalam kegiatan pembelajaran.

Standar Kompetensi materi pokok Bioteknologi ini adalah: *Memahami prinsip-prinsip dasar Bioteknologi serta implikasinya pada salingtemas.* Kompetensi dasar dan indikator serta materi pokok disajikan seperti berikut:

MATERI POKOK Bioteknologi

KOMPETENSI DASAR

- 5.1. Menjelaskan arti, prinsip dasar dan jenis- jenis bioteknologi
- 5.2. Menjelaskan dan menganalisis peran bioteknologi serta implikasi hasil-hasil bioteknologi pada salingtemas

INDIKATOR

- Menjelaskan definisi dan ruang lingkup bioteknologi
- Mengidentifikasi jenis teknologi yang menggunakan prinsip bioteknologi di masyarakat
- Terampil dalam pembuatan nata de coco, uji daya antimikroba dan teknik pengasapan ikan sebagai bentuk aplikasi prinsip bioteknologi.
- Mengidentifikasi jenis-jenis produk bioteknologi di masyarakat sekitar
- Mempunyai sikap terhadap perkembangan dan aplikasi bioteknologi di masyarakat

Gambar 1. Materi Pokok Bioteknologi

Kegiatan 1

Eksplorasi

Arti dan Ruang Lingkup Bioteknologi

Belakangan ini, bioteknologi telah memasuki era baru, manufaktur berbagai produk-produk mikrobiologi dalam skala besar telah menghasilkan keuntungan milyaran dolar. Terlebih lagi setelah perkembangan yang dicapai dalam rekayasa genetika sehingga memungkinkan untuk mengkonstruksi mikroorganisme yang dapat melakukan berbagai proses microbial yang diinginkan.

Peran bioteknologi selama satu dasa warsa ke belakang dan ke depan telah dan akan tetap memberikan dampak yang sangat besar pada bidang pertanian, perikanan, kesehatan, lingkungan dan ekonomi pada umumnya. Inovasi di bidang pangan dan farmasi telah menunjukkan potensi yang besar bioteknologi untuk mengembangkan berbagai macam produk, rekayasa tanaman tahan penyakit dan tahan perubahan iklim, pestisida alami, teknologi bioremediasi untuk lingkungan, bahan-bahan farmasi terapeutik, bahan kimia lain dan enzim yang dapat meningkatkan efisiensi produksi.

Indonesia dan khususnya Maluku Utara mempunyai posisi strategis dalam memanfaatkan kekayaan alam, namun hingga kini peran bioteknologi masih jauh dari harapan. Oleh karena bioteknologi sebagai ilmu multidisiplin berkembang sangat pesat maka

diperlukan penyesuaian kondisi (update) baik yang berkaitan dengan perkembangan ilmu dan pengembangan bioteknologi itu sendiri.

Tanaman Transgenik Masuk ke Indonesia: Kabar Gembira atau buruk bagi Petani..???

KOMPAS, 13 DES. 2003

BUKU

Sisi Buram Produk Bioteknologi

SETELAH abad mendatang, pertanian yang menggunakan lahan diramalkan akan tamat riwayatnya. Pertanian tradisional akan menjadi korban revolusi bioteknologi yang menggusur pembudidayaan tanah dengan kultur di laboratorium. Produk kultur jaringan di laboratorium akan menggantikan produk pertanian yang menggunakan tanah

Tidak terlalu sulit membuktikan kebenaran ramalan tersebut. Contohnya, dua perusahaan Bioteknologi. Amerika Serikat saat ini dikabarkan berhasil memproduksi vanili hasil kultur sel di laboratorium. Harga vanili alami sendiri saat ini berkisar 1.200 dollar AS setiap pon. Dengan demikian dalam satu dasawarsa mendatang tidak kurang dari 100.000 petani di Negara Dunia Ketiga, termasuk 70.000 di Madagaskar yang menghasilkan dan mengekspor vanili alami akan kehilangan mata pencarian mereka

Betapa tragis kenyataan demikian. Sebuah makalah tentang rekayasa genetis yang diterbitkan Panos Institute (London) Desember 1993, misalnya, mengemukakan lebih banyak bukti tentang penggusuran komoditas pertanian Negara Dunia Ketiga. Menurut lembaga ini penelitian teknologi yang dilakukan saat ini sedang dalam tahap menyingkirkan kopi, tembakau, coklat, kelapa, minyak kelapa, getah arab, opium, ginseng, termasuk gula dan vanili.

Selama ini berbagai upaya memang dilakukan untuk menentang dominasi produk-produk bioteknologi tanggal 7 oktober 1996, misalnya, sebuah koalisi yang terdiri dari 80 keluarga petani, konsumen dan pencinta lingkungan melancarkan protes dan menggelar jumpa pers di Washington DC, Minneapolis, Chicago, dan Kansas City. Mereka memboikot kedelai transgenic produk jagung transgenic produk Ciba-Gdgy

Para pemboikot perhatian karena produk yang tidak terjamin kemampuannya itu tidak melalui uji coba dahulu, bahkan tidak diberi label. Pure Food Campaign juga melakukan protes serupa terhadap susu buangan selama tiga tahun lebih. Sasaran berikut adalah penggunaan hormon susu transrovesial rBGH (recombinant Bovine Growth Hormone) atau rBST, produk Morisanto. Dalam aksinya waktu itu, aktivitas pertanian dan konsumen menumpahkan karung-karung berisi jagung dan kedelai hasil rekayasa genetic ke trotoar yang berseberangan dengan gedung Chicago Beard of Trade, Tempat dipisahkannya biji-biji dan komoditas pertanian Amerika ke pasar internasional.



PAPARAN di atas merupakan rentetan permasalahan ketika produk hasil rekayasa genetis dipasarkan, liku-liku perdagangan, politik, kesepakatan internasional, sampai nasib petani terkena akibatnya. Buku bioteknologi. Imperialisme modal & Kejahatan Globalisasi ini merupakan kompilasi dari artikel-artikel yang dimuat di Berita Bumi dari 1994-1999 yang menyoroti hal tersebut. Berita Bumi adalah sebuah terbitan berkala lingkungan hidup yang diterbitkan Komphalinda, sebuah LSM yang bergerak di bidang lingkungan.

Kelompok Greenpeace menyusul protes yang sama empat hari kemudian menyemprot dan merusak lading percobaan kedelai Roundup Ready milik Monsanto di pesesaan Iowa. Bentuk peristiwa itu, tomat hasil rekayasa genetis ditarik dari pasar. Analisis memperkirakan seperti dikutip Butinets Wierk edisi April 1997, Monsanto akan dipaksa menarik rBGH bulan Mei tahun yang sama. Monsanto bersedia meninggalkan rencananya menjual produk rBGH ke luar Amerika

Di sisi lain semakin kuat hak yang dimiliki perusahaan tradisional, tampaknya semakin melemahkan hak petani. Kesepakatan TRIPs (hak kekayaan intelektual yang berkaitan dengan aspek perdagangan bagian kesepakatan dari GATT/WTO), misalnya, merupakan perangkat global yang digunakan industri biotek untuk mengasai monopoli pengadaan benih Josel Albercht, petani organik di Desa Oberding Negara bagian Bayern, Jerman pernah bertutur mengenai ketipuannya terhadap benih komersial. Ia mengembangkan sendiri varietas gandum yang rumah lingkungan sepuluh petani organik lain desa tetangganya juga menggunakan benih gandumnya itu. Namun yang terjadi selanjutnya, pemerintah Bayern mendenda Albercht kemudian menentang Seed Acts (Undang-Undang Benih) yang membatasinya bekerja sebagai petani organik. Ia pun melancarkan gerakan menentang undang-undang tersebut

Buku Bioteknologi berbicara tentang lampak tanaman atau transgenik (hasil rekayasa genetis) terhadap masalah etika, lingkungan, kesehatan, ekonomi, perdagangan, dan politik. Permasalahan tentang kemungkinan susu mengandung hormone hasil rekayasa genetis yang dapat menyebabkan kanker hingga produk pertanian hasil rekayasa genetis yang dapat nematikan mata pencarian petani merupakan sebagian isu yang di uraikan dalam buku ini.

Seluruh artikel terbagi dalam tiga bagian, pertama tentang perusahaan swasta dan multinasional biotek, kedua tentang bioteknologi dan Negara, dan yang terakhir mengenai kasus-kasus bioteknologi. Judul-judul artikel yang disajikan dalam buku ini sebagian mengajak awaspadaan, semisal, "Hati-Hati unun Susu li Amerika". "Awat Susu penyebab Kanker". atau "Hati-Hati memilih Teknologi dari legara maju".

Meskipun artikel-artikel tersebut berasal dari beberapa tahun lalu dan mengacu pada permasalahan yang terjadi di Amerika Serikat, isu yang dipaparkan tetap relevan hingga sekarang. Terlebih bagi Indonesia, dimana perusahaan benih swasta belakangan suda mengajukan permohonan untuk meningkatkan produk pangan hasil rekayasa genetis mereka.

WAHYUNI KAMAH
Alumnus Jurusan Biologi FMIPA UI

Dari Artikel internet tanggal 13 Desember 2003 diketahui bahwa di Indonesia sekarang telah banyak tersebar tanaman dan hewan transgenik. Mulai dari pasar tradisional sampai modern kita akan mudah mendapatkan barang-barang transgenik tersebut.

Dari manakah barang-barang transgenik tersebut dihasilkan?

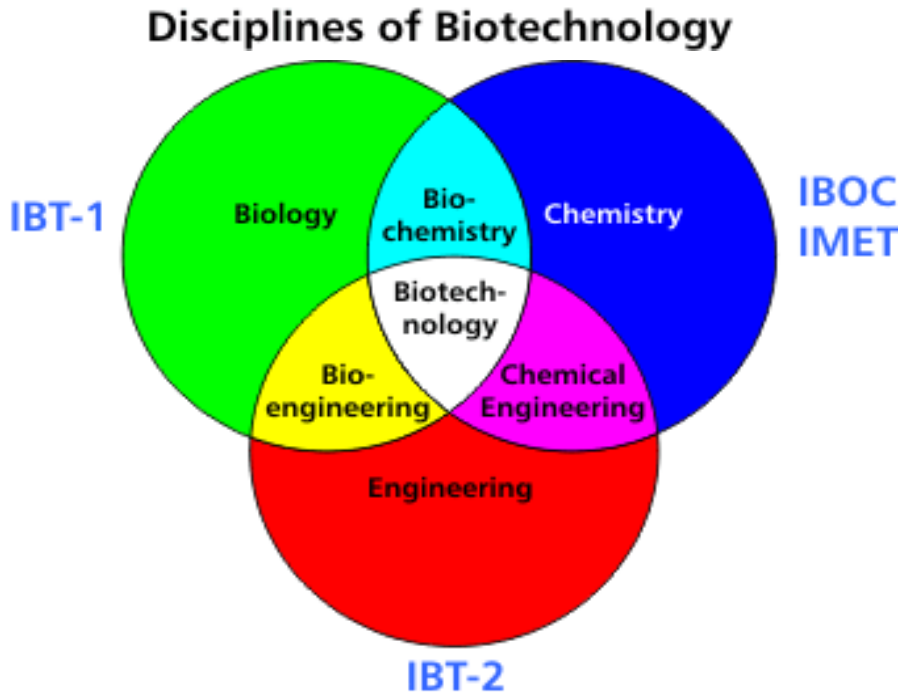
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Bagaimana caranya?

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

Pengenalan Konsep

Bioteknologi adalah cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa. Dewasa ini, perkembangan bioteknologi tidak hanya didasari pada biologi semata, tetapi juga pada ilmu-ilmu terapan dan murni lain, seperti biokimia, komputer, biologi molekular, mikrobiologi, genetika, kimia, matematika, dan lain sebagainya. Dengan kata lain, bioteknologi adalah ilmu terapan yang menggabungkan berbagai cabang ilmu dalam proses produksi barang.



Gambar 3. Disiplin ilmu Bioteknologi (Wikipedia Image Biotek 2009)

Bioteknologi secara sederhana sudah dikenal oleh manusia sejak ribuan tahun yang lalu. Sebagai contoh, di bidang teknologi pangan adalah pembuatan bir, roti, maupun keju yang sudah dikenal sejak abad ke-19, pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas-varietas baru di bidang pertanian, serta pemuliaan dan reproduksi hewan. 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. 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 rekombinan DNA, 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 di masa ini juga dapat dijumpai pada pelestarian lingkungan hidup dari polusi. Sebagai contoh, pada penguraian minyak bumi yang tertumpah ke laut oleh bakteri, dan penguraian zat-zat

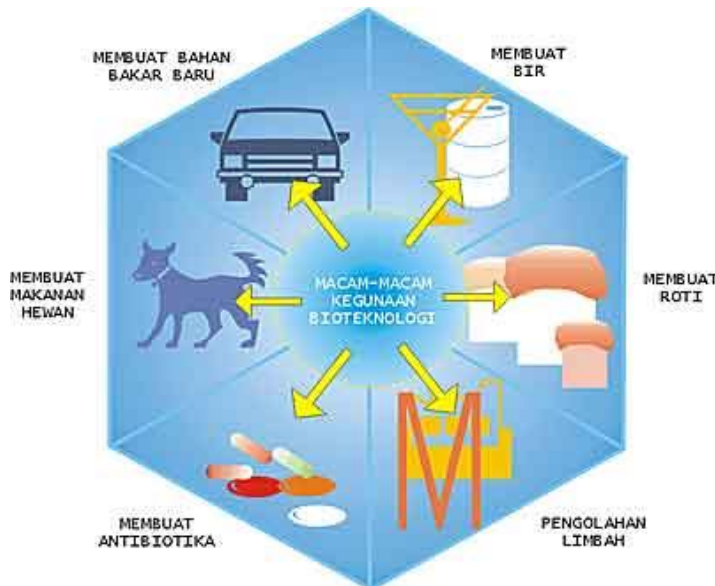
yang bersifat toksik (racun) di sungai atau laut dengan menggunakan bakteri jenis baru.

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.

Bioteknologi adalah penggunaan biokimia, mikrobiologi, dan rekayasa genetika secara terpadu, untuk menghasilkan barang atau lainnya bagi kepentingan manusia. Biokimia mempelajari struktur kimiawi organisme. Rekayasa genetika adalah aplikasi genetik dengan mentransplantasi gen dari satu organisme ke organisme lain.

Ciri utama bioteknologi:

1. Adanya Benda biologi berupa mikroorganisme, tumbuhan atau hewan
2. Adanya pendayagunaan secara teknologi dan industri
3. Produk yang dihasilkan adalah hasil ekstraksi dan pemurnian



Gambar 4. Macam Produk Bioteknologi (Wikipedia Image Biotek)

Perkembangan Bioteknologi

1. Era bioteknologi generasi pertama = bioteknologi sederhana. Penggunaan mikroba masih secara tradisional, dalam produksi makanan dan tanaman serta pengawetan makanan. Contoh: pembuatan tempe, tape, cuka, dan lain-lain.
2. Era bioteknologi generasi kedua. Proses berlangsung dalam keadaan tidak steril. Contoh: a. produksi bahan kimia: aseton, asam sitrat b. pengolahan air limbah c. pembuatan kompos
3. Era bioteknologi generasi ketiga. Proses dalam kondisi steril. Contoh: produksi antibiotik dan hormon
4. Era bioteknologi generasi baru = bioteknologi baru. Contoh: produksi insulin, interferon, antibodi monoclonal

Aplikasi Konsep

Kegiatan 1.1

Judul kegiatan : Diskusi Problem solving

Tujuan : Setelah kegiatan ini diharapkan siswa dapat memahami tentang ruang lingkup bioteknologi, prinsip-prinsip bioteknologi dan jenis-jenis produk bioteknologi.

Bahan Diskusi

1. Jelaskan definisi Bioteknologi berdasarkan bidang ilmunya?

.....
.....

2. Apakah tujuan bioteknologi dikembangkan? Beri alasan!

.....
.....

3. Apa perbedaan bioteknologi tradisional dan bioteknologi modern?

.....
.....

4. Apakah prinsip yang mendasari perkembangan bioteknologi tradisional?

.....
.....

5. Berikan contoh produk, proses dan mikroorganismen yang berperan dalam teknik Bioteknologi?

.....
.....

Kegiatan 1.2 (Tugas)

Kota Ternate memiliki berbagai macam produk makanan khas Maluku Utara, diantara berbagai macam produk makanan tersebut terdapat beberapa jenis makanan yang diproduksi oleh masyarakat dengan penerapan teknologi Bioteknologi konvensional misalnya teknologi pengawetan pangan dan teknologi fermentasi tradisional. Salah satu produk makanan khas maluku utara adalah teknologi pengasapan ikan (Ikan Fufu Ternate: Red)



Gambar 5. Teknik mengasap Ikan



Gambar 6. Ikan Cakalang Asap

Tugas

Datalah tempat-tempat yang menggunakan prinsip bioteknologi dalam pengolahan produksi pangan di kota Ternate dengan mengisi tabel sebagai berikut!

Tabel 1. Tugas Pendataan Produk Bioteknologi Pangan di Kota Ternate

No	Tgl Pendataan	Tempat ditemukan	Jenis produksi pangan		Keterangan
			Ikan	Non ikan	
1					
2					
3					
4					

Evaluasi (Non Tes)

Tabel 2. Lembar Pengamatan Diskusi

No	Nama Siswa	Aspek yang diamati								
		Keaktifan	Berpendapat		Berpendapat					
			Benar	Kurang Benar	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1										
2										
3										
4										

Kegiatan 2

Eksplorasi

Mengenal Macam Produk Pangan dalam Bioteknologi

Pernahkah kalian mengonsumsi Makanan seperti yang ada? pada gambar?

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

Jenis makanan apakah itu?

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

Apa Manfaatnya?

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

Bagaimana cara memproduksinya?

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



Gambar 7
Nata de Coco. (Wikipedia
Image Biotek 2009)

Pengenalan Konsep

Bioteknologi Dalam Produksi Pangan

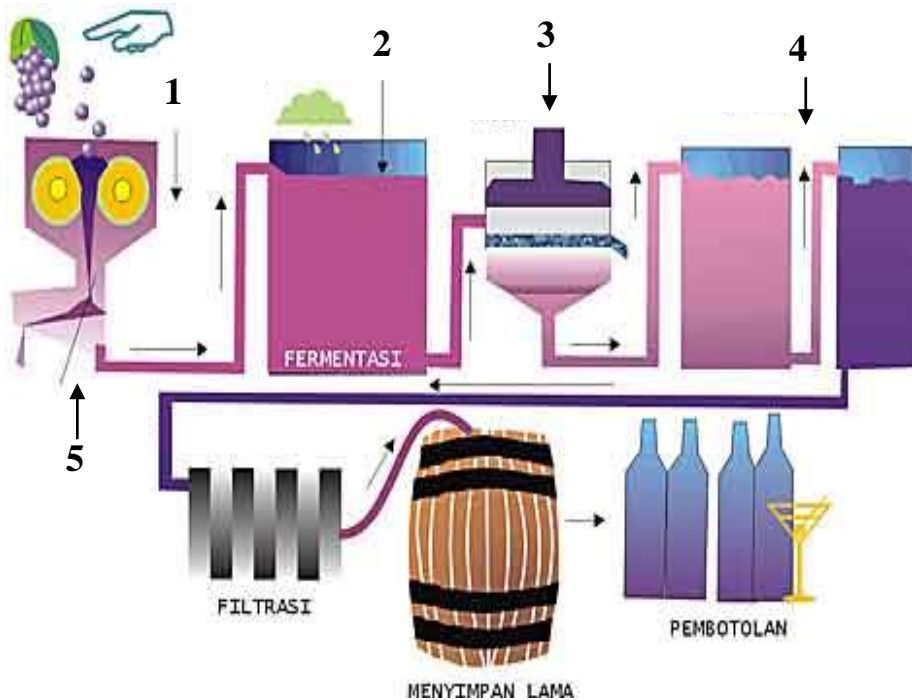
1. Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Bioteknologi

- a) Mikroorganisme penghasil protein sel tunggal (PST): *Methylophilus methylotropus* (bahan makanan ternak); *Spirulina* (sumber pangan); *Saccharomyces cerevicae* dan *Candida utilis* (makanan ternak)
- b) Pengubahan makanan dengan jasa mikroorganisme: *Lactobacillus bulgaricus* (merubah susu menjadi keju); *Streptococcus thermophilus* (merubah susu menjadi Yoghurt)
- c) Fermentasi makanan non susu: *Saccharomyces* (fermentasi roti), *Aspergillus wentii* (fermentasi kecap), *Rhizopus oligosporus* (fermentasi tempe); *Acetobacter xylinum* (fermentasi nata de coco).
- d) Pembuatan asam cuka dan alkohol: *Saccharomyces* (fermentasi anggur atau wine),; *Acetobacter* (fermentasi asam cuka)

2. Makanan Bahan Susu

Prinsipnya adalah memfermentasi susu menghasilkan asam laktat.

- a) Keju Mikroba: *Propiobacterium* (bakteri asam laktat) yang juga berperan memberi rasa dan tekstur keju.
- b) Yoghurt : Mikroba:
 - 1) *Lactobacillus bulgaris* = pemberi rasa dan aroma
 - 2) *Streptococcus thermophilus* = menambah keasaman
- c) Mentega Mikroba: *Leuconostoc cremoris*



Gambar 8. Teknik Fermentasi. (Wikipedia Image Biotek 2009)

Keterangan

1. Memilih dan mengetes buah anggur
2. Penambahan sulfide Untuk kebutuhan bahteri dan ragi yang tidak diinginkan
3. Penekanan untuk memisahkan benda-benda padat dari anggur
4. Klhasifikasi dalam meletakkan tong-tong
5. Penghancuran dan pembersihan lagi

3. Makanan Non Susu

- a) Roti, asinan, dan alkohol (bir, anggur "wine", rum), oleh ragi
- b) Kecap, oleh *Aspergillus oryzae*
- c) Nata de Coco, oleh *Acetobacter xilinum* Prinsipnya adalah pemecahan amilum oleh mikroba menghasilkan gula, yang kemudian difermentasi
- d) Cuka, oleh *Acetobacter aseti* Alkohol difermentasi dalam kondisi aerob

4. Bioteknologi Dalam Industri

a) Asam Sitrat

- 1) **Mikroba** = *Aspergillus niger* bahan : tetes gula dan sirup Fs. Asam
- 2) **Sitrat** = pemberi citarasa, pengemulsi susu, dan antioksidan. Umumnya asam ini banyak terdapat pada jeruk.

b) Vitamin

B1 oleh *Assbya gossipii* - B12 oleh *Propionibacterium* dan *Pseudomonas*

c) Enzim

- 1) **Amilase** = digunakan dalam produksi sirup, kanji, glukosa. Glukosa isomerase : mengubah amilum menjadi fruktosa. Fruktosa digunakan sebagai pemanis makanan menggantikan sukrosa. Mikroba = *Aspergillus niger* *Aspergillus oryzae* *Bacillus subtilis*
- 2) **Protease** = Digunakan antara lain dalam produksi roti, bir - protease proteolitik berfungsi sebagai pelunak daging dan campuran deterjen untuk menghilangkan noda protein mikroba = *Aspergillus oryzae* *Bacillus subtilis*
- 3) **Lipase** = Antara lain dalam produksi susu dan keju P untuk meningkatkan cita rasa. Mikroba = *Aspergillus niger* *Rhizopus* spp

d) Asam Amino

- 1) **Asam glutamat** = bahan utama MSG (Monosodium Glutamat)
- 2) **Lisin** = asam amino esensial, dibutuhkan dalam jumlah besar oleh ternak. Keduanya oleh *Corynebacterium glutamicum*

5. Protein Sel Tunggal

Protein Sel Tunggal (Single Cell Protein = SCP), adalah makanan berkadar protein tinggi, berasal dari mikroorganisme

Contoh:

Mikoprotein dari *Fusarium Substrat*: tepung gandum dan ketan Spirulina dan Chlorella

Kelebihan SCP:

1. Kadar protein lebih tinggi dari protein kedelai atau hewan
2. Pertumbuhan cepat

Aplikasi Konsep

Maluku utara merupakan daerah yang kaya akan hasil perkebunan kelapa. Air kelapa merupakan salah satu limbah dalam proses pemanfaatan buah kelapa. Limbah air kelapa dalam jumlah yang banyak dapat mencemari tanah karena dapat meningkatkan keasaman tanah. Air kelapa secara kimiawi memiliki komposisi gula dan mineral yang cukup banyak, sehingga dalam teknologi fermentasi dalam Bioteknologi limbah ini dapat dimanfaatkan menjadi Produk makanan kesehatan Nata de coco. Proses pembuatan nata de coco memerlukan bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai stater(biang) sehingga menghasilkan produk nata de coco seperti Gambar di bawah ini!



Gambar 9. Stater Nata. (Wikipedia Image Biotek 2009)

Kegiatan 2.1

Judul kegiatan : Pembuatan Nata de Coco

Tujuan : Siswa terampil dalam pembuatan Nata de Coco

Alat dan Bahan

Alat : Panci, gelas ukur 500 ml, kompor, botol selai, pH meter, Neraca analitis, Sendok, Erlenmeyer

Bahan : Air kelapa, gula pasir, kecambah kacang hijau, Larutan induk (stater) nata de coco, Yeast, Asam cuka keras

Langkah kerja:

1. Komposisi standar pembuatan nata de coco dalam 1 liter air kelapa:
 - a) 100 gram ekstrak kecambah dalam 250 ml air
 - b) 0,25 gram Yeast
 - c) 100 gram gula
 - d) 25 ml asam cuka
2. Saringlah 1 liter air kelapa dan masukkan ke dalam panci yang bersih
3. Tambahkan bahan-bahan seperti 250 ml ekstrak kecambah, 0,25 gram yeast dan 100 gram gula pasir
4. Didihkan semua bahan yang telah dicampur, setelah mendidih matikan kompor dan tambahkan asam cuka keras, kemudian biarkan air kelapa sampai dingin 40 °C.
5. Inokulasikan larutan stater nata de coco ke dalam air kelapa tersebut dengan perbandingan 1:5. Campurkan hingga homogen. Lakukan seperti Gambar berikut:



Gambar 10
Inokulasi stater Nata pada air kelapa

6. Masukkan campuran ke dalam botol selai steril masing-masing 200 ml tiap botol, lalu tutuplah dengan kertas bersih
7. Inkubasikan pada suhu kamar di tempat yang aman selama 2 minggu. Usahakan agar botol selai tidak terguncang
8. Setelah 2 minggu amati pembentukan lapisan nata dan angkat serta timbang dan ukur ketebalannya. Hasil Fermentasi nata de coco seperti Gambar berikut:



Gambar 11
Hasil Panen Nata de coco.



Gambar 12
Hasil Panen Nata de coco

Teknik Pengolahan Nata:

1. Cucilah hasil Panen nata sampai bersih (pada air kran) sampai bauasam hilang, lanjutkan dengan perendaman lapisannata selama 1-3 hari
2. Setelah direndam, potong-potonglah dengan ukuran sesuai selera misalnya 1X1 cm
3. Rebus potongan nata sampai mendidih
4. Buang air rebusan nata dan lanjutkan dengan perebusan potongan nata dengan penambahan gula dan esense sesuai selera.



Gambar 13
Nata yang siap diolah



Gambar 14
Nata Siap dikonsumsi

Evaluasi

Jawablah dengan singkat dan jelas (Tes)

1. Berdasarkan hasil kegiatan praktikum, Jelaskan apa fungsi Bakteri *Acetobacter xylinum* dalam fermentasi nata de coco?

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

2. Mengapa air kelapa dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan nata de Coco?

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

3. Apa manfaat makanan yang bernama nata de coco ini?

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

4. Jelaskan dengan bahasamu sendiri prosedur singkat pembuatan nata de coco?

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

5. Bagaimanakah pendapatmu tentang pengembangan teknologi fermentasi ini di Maluku Utara?

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

Evaluasi Non Tes

Tabel 3. Penilaian Produk

No	Kelompok	Aspek yang dinilai			Jumlah
		Kretifitas	Kerapian	keindahan	
1					
2					
3					
4					

Tabel 4. penilaian Pengamatan sikap

No	Nama Siswa	Aspek yang dinilai			Jumlah
		kedisiplinan	bekerjasama	keingintahuan	
1					
2					
3					
4					

Kegiatan 2.2

Judul kegiatan : Mengetahui Morfologi Bakteri dan Uji Daya Antimikroba

Tujuan : Siswa dapat mengetahui morfologi koloni bakteri dan mengetahui daya antimikroba pada beberapa macam antibiotik terhadap bakteri serta dapat mengaplikasikan pada lingkungan masyarakat dan kesehatan.

Eksplorasi

Apakah kamu pernah melihat sel bakteri secara langsung?

.....

Tahukah kamu bagaimana cara menangkap bakteri?

.....

.....

Untuk menangkap (mengisolasi bakteri) diperlukan medium atau nutrisi untuk bakteri, secara aseptik bakteri dapat dibiakkan (di kultur) untuk dapat diamati bentuk morfologi koloninya.



Gambar 15. Autoklaf untuk sterilisasi

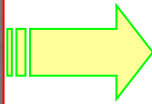


Gambar 16. Teknik kerja aseptik

Apabila bakteri telah ditumbuhkan dalam medium maka dapat diamati bentuk morfologi koloninya



Gambar 17. Teknik isolasi bakteri



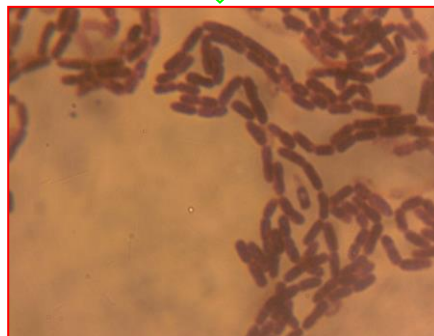
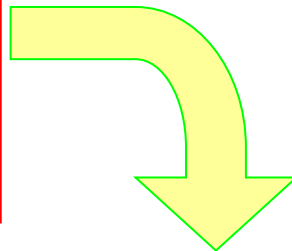
Gambar 18. Morfologi koloni Bakteri

Morfologi Mikroskopis Bakteri dapat dilihat dengan Mikroskop. Gambar di bawah adalah Mikroskopis Bakteri Streptobasil Bentuk Batang



Gambar 19

Penamatan Mikroskopis Bakteri



Gambar 20. Sel Bakteri

Tahukah kamu bahwa setiap bakteri memiliki sensitivitas yang berbeda terhadap berbagai macam antibiotik..???

.....
.....

Untuk Mengetahui daya antimikroba pada beberapa macam antibiotik terhadap bakteri serta dapat mengaplikasikan pada lingkungan masyarakat dan kesehatan. Lakukan percobaan berikut!

Praktikum

Uji daya Antimikroba

Alat dan Bahan

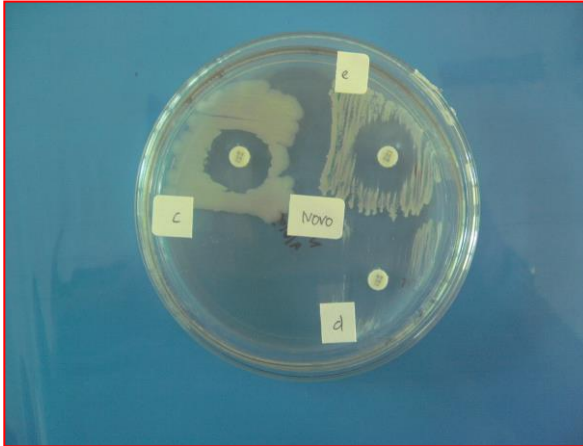
Alat : Gunting, pelubang kertas, jarum inokulasi berkolong, pinset, inkubator, cawan petri setril.

Bahan : Biakan murni *Bacillus subtilis* dalam medium Nutrien cair umur 1x24 jam, biakan murni *E Colli* dalam medium nutrien cair umur 1x24 jam, medium lempeng NA, Antibiotik (Amphicillin, dan Novobiocin), kertas penghisap, cotton bud

Langkah kerja:

1. Sediakan 2 medium lempeng NA steril dengan kode yang berbeda
2. Inokulasikan secara merata masing-masing biakan murni bakteri ke dalam Medium NA yang berbeda. Caranya adalah dengan mencelupkan ujung”cotton bud” dalam medium nutrient cair, kemudian oleskan pada permukaan medium Lempeng NA sampai rata secara aseptik
3. Buat guntingan kertas penghisap berbentuk cakram atau lingkaran (modifikasi paper disk), Masukkan masing-masing ke dalam zat antibiotic yang diuji (rendam selama 10 menit).
4. Letakkan guntingan kertas tersebut pada permukaan medium yang telah diinokulasi dengan bakteri di atas secara aseptik (dengan menggunakan pinset steril). Usahakan jarak antara cakram satu dengan lainnya cukup berjauhan dan tidak terlalu dekat dengan tepi cawan Petri.

5. Inkubasikan kedua medium perlakuan ini pada suhu 37°C selama 2X 24 jam
6. Ukur diameter zona penghambatan pada masing-masing pengujian antibiotik terhadap pertumbuhan kedua jenis bakteri tersebut.



Gambar 21. Zona hambat antimikroba

Evaluasi (tes)

1. Adakah ada perbedaan pengaruh masing-masing antibiotik terhadap kedua spesies bakteri? Jelaskan!

.....

2. Mengapa setiap antibiotik dibuat dengan konsentrasi tertentu?

.....

3. Mengapa bakteri yang diuji harus dibiakkan terlebih dahulu dalam medium cair selama 1X 24 jam

.....
.....

4. Setelah melakukan kegiatan ini bagaimanakah pemahamanmu tentang morfologi koloni Bakteri? Jelaskan pendapatmu

.....
.....

5. Mengapa pada saat mengisolasi dan menginokulasi bakteri harus menggunakan prinsip kerja aseptik (steril)?

.....
.....

6. Pengetahuan dan konsep apa yang kamu peroleh setelah kegiatan ini?

.....
.....

Kegiatan 3

Eksplorasi

Apakah kamu paham tentang Kloning?

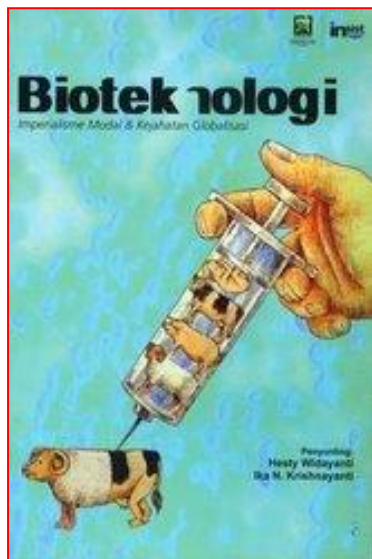
.....
.....

Apakah kamu paham tentang Tes DNA?

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

Apakah kamu paham produk Transgenik?

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



Gambar 22.
Kloning. (Wikipedia
Image Biotek 2009)

Jawaban dari pertanyaan di atas adalah sebuah fakta yang berkembang pada saat ini tentang Bioteknologi Modern yang berkembang dari Teknik Rekayasa Genetika/DNA Rekombinan .

Pengenalan Konsep

Rekayasa Genetika / DNA Rekombian

1. Definisi

Rekayasa genetika adalah upaya pencangkakan gen dengan teknik rekombinasi DNA pada mikroorganisme tertentu sehingga menghasilkan produk. Rekayasa genetika berkembang karena ditemukannya enzim restriksi endonuklease (gunting biologi); enzim Ligase (lem biologi) dan plasmid yaitu DNA sirkuler pada bakteri yang berpotensi sebagai vektor.

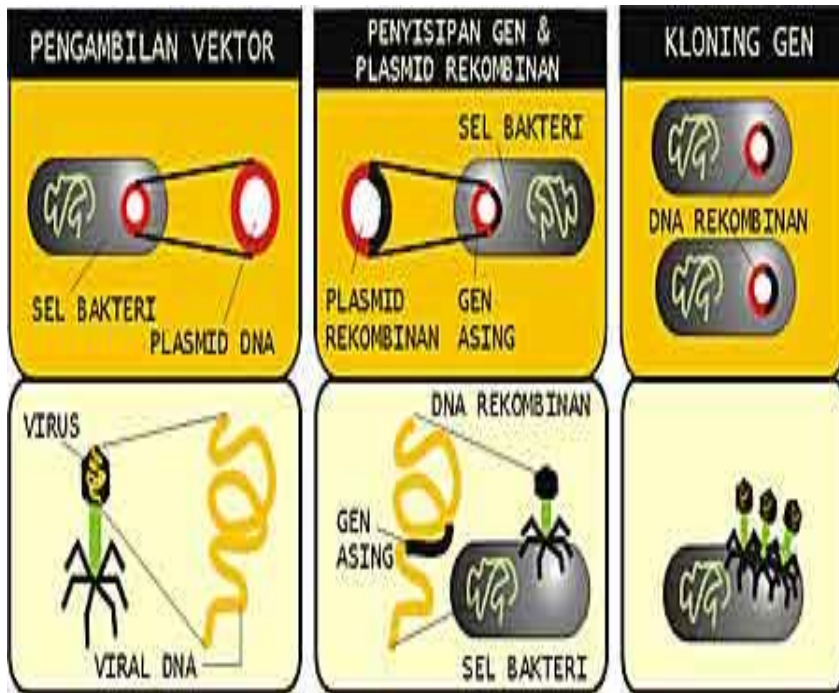
Implikasi rekayasa genetika dapat diterapkan pada beberapa hal yaitu: pembentukan hormon insulin, rekayasa genetika untuk memperbaiki tumbuhan yang resisten terhadap kekeringan, penyakit dan tanah tandus. Melalui pencangkakan gen pembentuk pestisida, pencangkakan gen tumbuhan yang mampu mengikat nitrogen, pencangkakan gen pembentuk asam amino, serta rekayasa genetika untuk membentuk gen yang mampu menyembuhkan penyakit menurun seperti hemofili, buta warna dan sikle sel anemia.

Teknologi hibridoma merupakan suatu perkembangan dari kemampuan manusia untuk mengambil dua sel dari jaringan yang berbeda dari organisme yang sama atau organisme yang berbeda sehingga terbentuk sel hibrid. Contoh antibodi Monoklonal yang dihasilkan oleh suatu klon dari sel-sel hibridoma yang berfungsi untuk mendiagnosis penyakit, tes kehamilan, dan mengobati kanker.

2. Teknik Rekayasa Genetika

a) Vektor, berupa plasmid bakteri atau viral ADN virus.

- b) Bakteri, berperan dalam memperbanyak plasmid melalui perbanyakan bakteri.
- c) Enzim, terdiri dari enzim Restriksi (pemotong plasmid/ADN) dan enzim Ligase (penyambung potongan-potongan ADN)



Gambar 23
Teknik DNA Rekombinan, (Wikipedia Image Biotek 2009)

Aplikasi Konsep

Kegiatan 3.1

Judul kegiatan : Diskusi Problem Base Learning

Tujuan : Setelah kegiatan ini diharapkan siswa dapat mempunyai sikap terhadap pro kontra perkembangan Bioteknologi di Masyarakat Modern.

Bahan Diskusi

Artikel dari internet dan dari buku populer tentang Kloning, Tanaman Transgenik, Hewan Transgenik (Peluang dan Tantangannya).

Prosedur Diskusi

1. Siswa dibagi menjadi 4-6 kelompok kecil beranggotakan 5 orang, masing-masing kelompok diberi artikel untuk dianalisis.
2. Masing-masing kelompok dibagi menjadi kelompok ganjil dan kelompok genap untuk mendapat tugas menganalisis sikap pro terhadap isue dalam artikel dan sikap kontra terhadap isue dalam artikel (kelompok ganjil sikap kontra dan kelompok genap sikap Pro)
3. Kelompok ganjil dan kelompok genap diberi kesempatan untuk diskusi masing-masing 10 menit
4. Selanjutnya sepasang kelompok yaitu ganjil dan kelompok genap (kelompok 1 dan 2) presentasi tentang hasil analisis isue artikel dengan topik artikel sama namun memberikan komentar berbeda kelompok genap memberikan komenyar pro sedangkan kelompok ganjil

memberikan komentar kontra terhadap isue dalam artikel. Presentasi dengan waktu maksimal 15 menit.

- Kelompok berikutnya mengikuti langkah kelompok 1 dan 2 dengan topik artikel berbeda

Evaluasi (Non Tes)

Tabel 5: Lembar Pengamatan Diskusi

No	Nama siswa	Aspek yang diamati								
		Keaktifan	Berpendapat		Berpendapat					
			Benar	Kurang Benar	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1										
2										
3										
4										

Tabel 6: Tabel Penilaian Produk

No	Kelompok	Aspek yang dinilai			Jumlah
		Kretifitas	Kerapian	keindahan	
1					
2					
3					
4					

Tabel 7 : Penilaian Pengamatan sikap

No	Nama siswa	Aspek yang dinilai			Jumlah
		kedisiplinan	bekerjasama	keingintahuan	
1					
2					
3					
4					

Kegiatan 3.2

Tugas individu

Carilah artikel dari internet, majalah, koran tentang isue perkembangan Bioteknologi dan lakukan analisis Pro dan Kontra sikap mu terhadap artikel yang kamu dapatkan, sesuai Tabel berikut:

Tabel 8 Tugas analisis Artikel

No	Tgl Akses	Alamat Akses	Sikap		Alasan rasional
			Pro	Kontra	
1					
2					
3					
4					

Artikel yang di dapat dilampirkan dan dikumpulkan 4 hari setelah presentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous 2006.(Online) *Bioteknologi* . <http://www.wikipedia/berkas>
- BSNP. 2006.*Standar Isi*. Jakarta: Depdiknas
- Bonang Gerad and Enggar & Koeswandono. 1982. *Mikrobiologi Kedokteran Untuk Laboratorium dan Klinis*. Jakarta: Gramedia
- Cappucino, I G and Shermant, N. 1982. *Microbiology Laboratory manual*. Sidney: Addison-Wesley Publishing Company
- Dwidjoseputro., 1999. *Mikrobiologi Dasar* . Jakarta: Gramedia
- Fardiaz Srikandi, 1989. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi Pangan*. Bogor: ITB
- Hadi Oetomo Ratna Siri, 1985. *Mikrobiologi Dasar dan Praktek*. Jakarta; gramedia
- Hastuti Utami, 2000. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi*. Malang: UM
- Nurhasanah, 2009. *Penuntun Praktikum Mikrobiologi Lanjut*. Ternate Unkhair
- Nurhasanah, sundari & Abdu M. 2009. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Biologi Berbasis Sains Teknologi Masyarakat (STM) untuk SMA/MA Kelas XII pada Pokok Bahasan Bioteknologi di SMAN Se-Kota Ternate*. Hibah Penelitian Potensi Pendidikan Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan Universitas khairun.
- Palladino, william J Thieman, 2004. *Introduction to Biotechnology*. San Fransisco. Boston New York
- Primrose, S.B. 1987. *Modern Biotechnology*. Osney Mead. Oxford
- Syamsyuri, Istamar dkk.2000. *Biologi 2000*. Jakarta: Erlangga
- <http://bioteknologiindonesia.blogspot.com/2009/02/pengertian-bioteknologi.html>
- http://www.crayonpedia.org/mw/Penerapan_Bioteknologi_Dalam_Mendukung_Kelangsungan_Hidup_Manusia_Melalui_Produksi_Pangan_9.1

Umpan Balik

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan kamu dalam menjawab soal, mengerjakan tugas dan bersikap ilmiah dalam kegiatan pembelajaran. Bandingkan hasil jawaban kamu dengan kunci jawaban di bagian akhir modul ini. Cara menghitung nilainya adalah:

1. cocokkan jawaban kamu benar, beri skor 5
2. apabila jawaban kamu benar tapi kurang lengkap beri skor 4
apabila jawaban kamu salah beri skor 1
3. Untuk mengetahui skor keseluruhan yang kamu peroleh, caranya adalah kalikan bobot dari tiap-tiap soal dengan skor yang kamu peroleh
4. Jumlahkan nilai kamu pada kegiatan aplikasi konsep dan evaluasi. Gunakan rumus berikut untuk mengetahui penguasaan kamu terhadap materi

$$\text{Rumus tingkat penguasaan} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh} \times 100\%}{\text{Jumlah skor maksimum}}$$

5. Lihat kriteria tingkat penguasaan materi kamu

Tabel 9. Kriteria Tingkat Penguasaan

No	Prosentase Tingkat Penguasaan (%)	Kriteria
1	>90	BAIK SEKALI Kamu telah berhasil! Pertahankan prestasi yang kamu capai, lanjutkan ke kegiatan berikutnya
2	81-90	BAIK Kamu telah berhasil! Pertahankan prestasi yang kamu capai, lanjutkan ke kegiatan berikutnya
3	65-80	CUKUP Sebaiknya kamu mempelajari kembali kegiatan dengan seksama. Perhatikan inti indikator belajar
4	56-64	KURANG BERHASIL Sebaiknya kamu belajar lebih giat lagi. Pelajari kembali kegiatan secara berulang-ulang
5	<55	BELUM BERHASIL Pelajari kembali dengan sungguh-sungguh dan kerjakan semua pertanyaan yang ada pada kegiatan



Kegiatan 1

Aplikasi Konsep

1. Bioteknologi adalah cabang ilmu biologi (terapan) yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa.
2. Untuk kesejahteraan Manusia. Kesejahteraan manusia dapat meningkat dengan peningkatan nilai tambah suatu barang/jasa (hewan, tanaman dan mikroba)
3. Bioteknologi tradisional bertujuan memproduksi barang/jasa dengan bantuan mikroba melalui teknik fermentasi, sedangkan Bioteknologi Modern lebih luas lagi dan mencakup teknik rekayasa genetika.
4. Prinsip Bioteknologi Tradisional adalah Bioteknologi untuk memproduksi barang/jasa dibawah kondisi non steril
5. nata de coco proses fermentasi oleh *Acetobacter xylinum*
Tempe proses fermentasi *Rhizopus oligosporus*
Kecap proses fermentasi *Aspergillus wentii*
Makanan ternak proses fermentasi *Candida utilis*
Yoghurt proses fermentasi *Streptococcus thermophilus*

Tugas

1. Performans assesment
2. Evaluasi non tes (Pengamatan Diskusi)
3. Performans assesment

Kegiatan 2

Evaluasi kegiatan 2.1

1. Fungsi *Acetobacter xylinum* adalah untuk melakukan fermentasi gula menjasi selulosa dalam bentuk nata
2. karena mengandung banyak guladan mineral sebagai bahan baku fermentasi *Acetobacter*
3. Manfaat untuk memperbaiki pencernaan(kaya serat) untuk Diet (penahan lapar) dan untuk koktail
4. Prosedur singkat pembuatan nata de coco (dengan bahasa sendiri)
5. Sangat mungkin dikembangkan karena di Maluku utara banyak dihasilkan kelapa.

Evaluasi non tes

Performans Assesment

Evaluasi kegiatan 2.2

1. ada, sesuai data masing-masing
2. karena setiap bakteri memiliki batas ambang sensitivitas terhadap antibiotik tertentu, apabila melebihi dosis akan terjadi resistensi
3. supaya mudah untuk diinokulasikan secara merata dan umur optimum untuk pertumbuhan bakteri
4. Jawaban kondisional
5. Agar tidak terjadi kontaminasi
6. Penggunaan antibiotik harus sesuai dengan aturan (aplikasinya adalah resep dokter)

Kegiatan 3

1. Evaluasi non tes dan tugas individu
2. Performans Assesment

SILABUS DAN SISTEM PENILAIAN

SEKOLAH : SMAN Ternate
 MATA PELAJARAN : BIOLOGI
 KELAS : XII
 SEMESTER : 2/Genap
 STANDAR KOMPETENSI : 5. Memahami prinsip-prinsip dasar Bioteknologi serta implikasinya pada salingtemas
 KOMPETENSI DASAR : 51. Menjelaskan arti, prinsip dasar dan jenis-jenis Bioteknologi
 52. Menjelaskan dan menganalisis peran bioteknologi serta implikasi hasil-hasil bioteknologi pada salingtemas

Materi Pokok & Sub Materi	Pengalaman Belajar	Indikator	Penilaian			Alokasi Waktu (Menit)	Sumber/ Bahan Ajar
			Tehnik Penilaian	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen		
Bioteknologi + Arti Bioteknologi	▪ Mengumpulkan informasi dari berbagai sumber tentang bioteknologi dan perkembangannya	▪ Menjelaskan definisi dan ruang lingkup bioteknologi	Non Tes	Laporan analisis artikel	Instrumen 1	1 jam pelajaran	Sumber: Buku paket, LKS dan Artikel Internet Lingkungan sekitar
	▪ Melakukan analisis bahan ajar dari LKS, Buku paket dan Internet	▪ Mengidentifikasi jenis teknologi yang menggunakan prinsip bioteknologi di masyarakat	Non Tes	Laporan observasi	Instrumen 2	Diluar jam pelajaran	Alat: (alat praktikum terlampir) Bahan: (Bahan praktikum terlampir)
+ Prinsip-prinsip	▪ Melakukan praktikum penggunaan	▪ Terampil dalam pembuatan nata de	Non Tes	Laporan praktikum	Instrumen 2	2X 45'	Sumber: Artikel populer dan

	<p>mikroorganisma dalam bioteknologi</p> <ul style="list-style-type: none"> Melakukan observasi ke tempat-tempat yang menggunakan prinsip Bioteknologi dalam produksinya seperti pembuatan tempe, roti, Nata de coco dan ikan asap. 	<p>coco, uji daya antimikroba dan teknik pengasapan ikan sebagai bentuk aplikasi prinsip bioteknologi.</p>					internet Lingkungan sekitar
	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan analisis artikel dan isu masyarakat tentang macam-macam produk bioteknologi yang tersebar dimasyarakat 	<ul style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi jenis-jenis produk bioteknologi di masyarakat sekitar 	Non Tes	Lembar observasi	Instrumen 3	2X 45'	Alat/ Bahan: (alat tulis dan buku ajar)
<ul style="list-style-type: none"> Jenis-jenis 	<ul style="list-style-type: none"> Menganalisis pro kontra tentang aplikasi bioteknologi di masyarakat Mendiskusikan tentang sikap masyarakat terhadap perkembangan bioteknologi 	<ul style="list-style-type: none"> Mempunyai sikap terhadap perkembangan dan aplikasi bioteknologi di masyarakat 	Non Tes Tes	Lembar Pengamatan Diskusi Kuis	Instrumen 4	1X 45'	

(Nurhasanah dkk, 2009)

Catatan Setiap panduan ada petunjuk khusus untuk guru