



**MODUL BIOLOGI DASAR (PSD 113)**

**MODUL 12  
BIOTEKNOLOGI**

**DISUSUN OLEH  
HARLINDA SYOFYAN, S.Si., M.Pd**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2018**

## BIOTEKNOLOGI

### A. Pendahuluan

Tuhan telah menganugerahkan akal kepada manusia. Dengan akal, manusia dapat mengembangkan sumber daya di alam ini untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi kehidupan. Salah satunya melalui bioteknologi. Bioteknologi bukan sesuatu yang baru. nenek moyang kita telah memanfaatkan bioteknologi dalam pembuatan tempe, oncom, tape, terasi, dan kecap. Produk-produk bioteknologi tidak hanya terbatas pada bidang makanan, bahkan telah sampai pada bidang pertanian, peternakan, dan kesehatan.

Bioteknologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari pemanfaatan organisme, sistem, atau proses biologi untuk menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang berguna untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Perkembangan bioteknologi didukung oleh perkembangan cabang ilmu yang lain yaitu mikrobiologi, genetika, fisika, kimia biokimia, fisiologi, dan lain-lain. Bioteknologi memberikan harapan besar untuk meningkatkan kesejahteraan manusia dengan berbagai terobosan yang dilakukannya.

Bioteknologi terus berkembang, dari bioteknologi sederhana/ konvensional menjadi bioteknologi modern. Untuk memudahkan mengenal bioteknologi, kamu harus dapat membedakan bioteknologi modern dan bioteknologi tradisional /konvensional. Perbedaannya terletak pada prinsip-prinsip ilmiah yang digunakan. Bioteknologi konvensional masih menggunakan prinsip-prinsip ilmiah yang sederhana. Sedangkan bioteknologi modern telah menggunakan prinsip-prinsip genetika dan biologi molekuler. Jadi dalam bioteknologi konvensional belum melibatkan rekayasa genetika dan bioteknologi modern telah melibatkan rekayasa genetika.

### B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa mampu mendeskripsikan bioteknologi konvensional, mampu mendeskripsikan bioteknologi modern, mampu mendeskripsikan manfaat bioteknologi bagi kehidupan manusia.

### C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

1. Mampu menjelaskan Pengertian Bioteknologi.
2. Mendeskripsikan Bioteknologi Modern
3. Menjelaskan manfaat dan kerugian Bioteknologi bagi kehidupan manusia secara benar.

### D. Kegiatan Belajar 1

## BIOTEKNOLOGI

### I. URAIAN DAN CONTOH

#### A. Prinsip Dasar Bioteknologi

Pada dasarnya, bioteknologi adalah suatu proses yang melibatkan berbagai agen biologi yang berupa mikrobia. Mikrobia ini dibiakkan pada suatu substrat yang berisi berbagai makronutrien maupun mikronutrien yang dibutuhkan oleh mikrobia dan disebut sebagai media tumbuh. Mikrobia yang

dibiakkan akan menyintesis suatu bahan. Bahan tersebut berupa produk maupun jasa yang dapat dimanfaatkan manusia. Produk maupun jasa yang dihasilkan sangat tergantung pada mikrobia yang digunakan. Mikrobia mempunyai sifat pertumbuhan yang spesifik. Suatu biakan mikrobia dapat tumbuh dan berkembang dengan baik apabila substrat dan kondisi lingkungannya sesuai. Perubahan pada substrat maupun kondisi lingkungan menentukan produk maupun jasa yang dihasilkan.

Secara prinsip, bioteknologi modern berbeda dengan bioteknologi konvensional. Perbedaan prinsip itu terutama pada cara memanipulasi sifat-sifat organisme. Pada bioteknologi konvensional, manipulasi dilakukan pada kondisi lingkungan dan media tumbuh (substrat). Zat-zat tertentu ditambahkan dalam media tumbuh agar mikrobia yang ditumbuhkan mampu menyintesis suatu senyawa, misalnya dalam memproduksi mono sodium glutamat (MSG/vetsin). Produksi ini dibantu oleh bakteri *Corynebacterium glutamicum*. Dalam medium tumbuh, ditambahkan vitamin biotin dalam jumlah yang sangat kecil. Penambahan ini akan mengakibatkan membran plasma bakteri menjadi lemah (bocor) sehingga asam glutamat yang merupakan bahan utama MSG dapat keluar dari sel bakteri. Hal serupa juga dilakukan dalam industri antibiotik. Pada bioteknologi modern, manipulasi tidak hanya dilakukan pada kondisi lingkungan serta media kultur, tetapi pada susunan gen dalam kromosom. Hal ini seiring dengan kemajuan pengetahuan manusia yang telah sampai pada tingkat molekular.

Bioteknologi modern juga dikenal dengan rekayasa genetika. Rekayasa genetika adalah semua proses yang ditujukan untuk menghasilkan organisme transgenik. Organisme transgenik adalah organisme yang urutan informasi genetik dalam kromosomnya telah diubah sehingga mempunyai sifat menguntungkan yang dikehendaki.

## **B. Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Bioteknologi**

Mikroorganisme yang berperan dalam bioteknologi contohnya virus, bakteri, alga, jamur, maupun protozoa. Alasan penggunaan mikroorganisme dalam bioteknologi adalah perkembangannya sangat cepat, kemampuan metabolismenya sangat tinggi, dapat tumbuh di berbagai media, dapat tumbuh dan berkembang tanpa terpengaruh cuaca dan iklim, pertumbuhannya mudah dikontrol, dan sifat genetisnya mudah dimodifikasi. Oleh karena itu dalam proses bioteknologi, mikroorganisme ditumbuhkan dalam kondisi yang optimum sehingga efisiensi produksi sangat tinggi.

### **1. Pemanfaatan Mikroorganisme untuk Produksi Pangan**

Berbagai jenis mikroorganisme bersifat menguntungkan dan berguna untuk produksi bahan pangan manusia. Kamu tentu mengenal makanan seperti yoghurt, acar, sosis, roti, keju, tempe, oncom, kecap, dan tapai. Semua makanan tersebut memanfaatkan mikroorganisme dalam pembuatannya.

Mikroorganisme juga dimanfaatkan sebagai penghasil bahan pangan yang berprotein tinggi, atau dikenal sebagai *protein sel tunggal* (PST). Kelebihan mikroorganisme sebagai penghasil protein adalah mudah dibudidayakan, pertumbuhannya sangat cepat, dan kadar proteinnya sangat tinggi yaitu dapat mencapai 80%. Bandingkan dengan

protein pada biji kedelai yang kadarnya sekitar 45%. Contoh organisme penghasil PST adalah ganggang *Chlorella* dan *Spirulina*.

Aneka produk makanan memanfaatkan jasa mikroorganisme dalam pengolahannya. Peranan mikroorganisme dalam pengolahan makanan ini adalah mengubah bahan makanan menjadi bentuk lain, sehingga nilai gizinya lebih tinggi, zat gizi lebih mudah diserap dan dimanfaatkan, serta mempunyai cita rasa yang lebih menarik.

Tabel 1. Produk makanan dan mikroorganisme yang berperan dalam pengolahannya

No	Nama Makanan	Bahan Baku	Mikroba yang berperan /Keterangan
1.	Tempe bongkrek	Kedelai + ampas kelapa	<i>Rhizopus oligosporus</i> <i>Rhizopus stoloniferus</i> <i>Pseudomonas cocovenenans</i>
2.	Tauco	Kedelai	<i>Rhizopus oligosporus</i> <i>Rhizopus stoloniferus</i> <i>Rhizopus oryzae</i>
3.	Pindang makasar	Ikan laut	<i>Lactobacillus</i> sp.
4.	Terasi	Ikan + tepung + sayuran	<i>Lactobacillus</i> sp.
5.	Peda siam	Ikan kembung	<i>Lactobacillus</i> sp. <i>Rhodospirillum</i> sp.
6.	Pindang garut	Ikan air tawar	<i>Lactobacillus</i> sp.
7.	Petis	Ikan	<i>Lactobacillus</i> sp.
8.	Asinan buah-buahan	Buah-buahan	<i>Lactobacillus</i> sp. <i>Rhizopus</i> sp.
9.	Nata de coco	Air kelapa	<i>Acetobacter xylinium</i> .

Pemanfaatan mikroorganisme sebagai pengolah bahan makanan telah lama dikenal dan dilakukan oleh banyak orang. Misalnya, digunakan untuk membuat tape, tempe, kecap, dan sebagainya. Berikut ini adalah beberapa contoh peran mikroorganisme sebagai pengolah makanan.

#### a. Pemanfaatan Mikroorganisme untuk Membuat Kue/Roti

Pernahkah anda membuat kue atau menyaksikan proses pembuatan kue atau roti? Dalam pembuatan kue, pada adonan tepung ditambahkan ragi ke dalam adonan tersebut dan dibiarkan beberapa saat. Di dalam ragi terdapat jamur *Saccharomyces cereviceae*. Jamur ini akan berkembang biak dengan cepat dalam substrat tepung dan memfermentasi adonan gula (glukosa). Dalam proses fermentasi ini dihasilkan gelembung-gelembung gas karbon dioksida. Keluarnya gas inilah yang menyebabkan adonan kue atau roti dapat mengembang.

#### b. Mikroorganisme untuk Membuat Asinan

Asinan atau acar merupakan hasil fermentasi bakteri asam laktat (*Lactobacillus bulgaricus*) yang memberi rasa masam dan sedikit asin

pada bahan-bahan seperti kubis, mentimun, dan lobak. Pada umumnya, pembuatan acar dilakukan secara terbuka sehingga memungkinkan bakteri aerob mengubah rasa menjadi masam.

#### **c. Mikroorganisme untuk Membuat Minuman dan Alkohol**

Mikroorganisme yang banyak digunakan untuk membuat minuman dan alkohol adalah kelompok jamur anaerob. Substrat yang digunakan jamur berupa zat tepung atau karbohidrat. Jamur akan menghasilkan semacam enzim sehingga dapat memfermentasi tepung menjadi glukosa dan karbon dioksida. Dalam proses fermentasi ini dihasilkan alkohol yang dapat memberi citarasa tersendiri pada produk yang dihasilkan, contohnya pada pembuatan tuak, brem, dan sake. Minuman ini dihasilkan dari fermentasi beras ketan oleh *Aspergillus orizae*. Tuak merupakan minuman beralkohol tradisional Jawa. Brem adalah minuman beralkohol tradisional Bali. Sedangkan Sake adalah minuman beralkohol tradisional Jepang.

Contoh lainnya adalah proses pembuatan anggur (*wine*) dan bir. Anggur dibuat dari buah anggur atau buah yang lain dengan memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Saccharomyces bayanus* melalui proses fermentasi. Bir dibuat dari biji padi yang sebelumnya diubah menjadi malt yang mengandung enzim amilase. Enzim amilase mengubah zat tepung menjadi glukosa sehingga bisa difermentasi oleh khamir jenis tertentu. Hasil fermentasi berupa etanol dan karbon dioksida. Alkohol juga dapat dibuat dari fermentasi tetes tebu yang disuling untuk mendapatkan alkohol berkadar tinggi. Umumnya, proses pembuatan minuman beralkohol melalui dua tahap, yaitu tahap fermentasi dan tahap *destilasi* (penyulingan). Tahap destilasi diperlukan untuk meningkatkan kadar alkohol dalam minuman.

#### **d. Mikroorganisme untuk Membuat Yogurt**

Yogurt adalah sejenis minuman yang berasal dari susu yang diproses dengan dimanfaatkan mikroorganisme tertentu. Dalam pembuatan yogurt, susu diuapkan agar lebih kental dan kadar lemaknya berkurang. Susu kental ini kemudian difermentasikan pada suhu 45° dengan menggunakan campuran bakteri *Streptococcus thermophilus* dan bakteri *Lactobacillus bulgaricus*. Bakteri *Streptococcus thermophilus* pada pembuatan yogurt berfungsi memberi rasa masam, sedangkan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* memberi aroma dan rasa yang berbeda. Jadi, kombinasi antara kedua bakteri itulah yang memberi cita rasa dan aroma pada yogurt.

#### **e. Mikroorganisme untuk Membuat Mentega dan Keju**

Mentega dibuat dari susu krim atau susu skim. Cita rasa dan aroma mentega berasal dari hasil fermentasi bakteri yang sama seperti bakteri yang digunakan untuk membuat yogurt yaitu bakteri asam laktat (*Lactobacillus bulgaricus*). Sedangkan keju juga dibuat dari susu yang difermentasikan oleh bakteri asam laktat. Pembuatan keju memerlukan air dadih yang dibuat dari protein susu yang disebut kasein. Beberapa jenis keju difermentasikan oleh bakteri

*Propionibacterium*. Jamur lain juga dapat digunakan untuk membuat keju, misalnya beberapa spesies dari genus *Penicillium* untuk membuat keju yang berwarna hijau kebiruan.

## 2. Pemanfaatan Mikrobiologi di Bidang Industri

Cuka merupakan hasil industri yang memanfaatkan jasa mikroorganisme dalam pembuatannya. Tidak hanya cuka, banyak produk yang lain yang juga memanfaatkan mikroorganisme dalam pembuatannya. Selain berperan dalam industri makanan, mikroorganisme juga digunakan dalam industri minuman, industri kesehatan, industri pakaian, dan industri kayu. Syarat-syarat mikroorganisme yang dipakai dalam industri adalah sebagai berikut.

- Organisme yang digunakan harus menghasilkan produk yang banyak, stabil, dan tidak membahayakan kesehatan manusia.
- Bahan substrat/tempat hidup mikroorganisme harus murah dan mudah untuk mendapatkannya.

Berikut ini beberapa industri atau bidang usaha yang memanfaatkan organisme dalam proses pembuatannya.

### a. Industri Makanan dan Minuman

Dalam industri makanan dan minuman, mikroorganisme berperan penting untuk menghasilkan berbagai bahan seperti asam cuka dan minuman fermentasi. Minuman hasil fermentasi biasanya mengandung alkohol. Contohnya adalah bir, rum, anggur, wiski, dan minuman beralkohol lain. Mikroorganisme yang berperan adalah khamir (jenis jamur uniseluler, contohnya *Saccharomyces cerevisiae*). Produk minuman fermentasi berbeda-beda sesuai dengan bahan mentah dan jenis khamir yang digunakan. Contohnya *rum* merupakan hasil fermentasi dari jagung sedangkan *anggur* merupakan hasil fermentasi dari sari buah anggur. Khamir yang digunakan pada rum dan anggur adalah sama-sama dari genus *Saccharomyces*.

### b. Industri Farmasi dan Obat-obatan

Dalam industri farmasi atau industri obat-obatan, mikroorganisme menghasilkan antibiotik dan hormon. Antibiotik adalah zat yang dihasilkan oleh suatu mikroorganisme yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain, khususnya mikroorganisme parasit pada tubuh manusia dan hewan. Penisilin merupakan antibiotik pertama yang dibuat dalam skala industri, dihasilkan oleh jamur *Penicillium notatum*. Contoh lain adalah neomisin-B dihasilkan oleh *Streptomyces fradiae*, streptomisin dihasilkan oleh *Streptomyces griseus*, dan fumigilin dihasilkan oleh *Aspergillus fumigatus*. Hormon juga dapat dihasilkan oleh mikroorganisme. Contohnya hormon insulin berguna untuk menolong penderita diabetes melitus. Bahan lain yang dihasilkan adalah berbagai jenis asam amino, enzim, dan vitamin.

### c. Produk Sumber Energi

Melalui bioteknologi, kamu dapat juga mengubah kotoran hewan, sampah, dan limbah pertanian dijadikan energi dengan bantuan mikroorganisme. Gas bio atau *biogas* adalah hasil fermentasi berbagai mikroorganisme yang banyak mengandung gas metana. Oleh karena itu gas bio dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi panas dan penerangan. Prinsip pembuatan gas bio seperti pada pembentukan gas yang terjadi pada hewan memamah biak, misalnya sapi. Di dalam lambung sapi, serat dari rumput yang bercampur air akan diubah oleh bakteri menjadi asam organik. Kemudian asam organik akan berubah menjadi gas metan dan karbon dioksida dengan bantuan mikroorganisme seperti *Bacterioides*, *Clostridium butyrium*, *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, dan *Eschericia coli*.

### d. Industri Perminyakan dan Pertambangan

Mikroorganisme digunakan dalam berbagai bidang perminyakan dan pertambangan. Dalam bidang perminyakan berperan dalam pembentukan minyak, eksplorasi minyak, dan pembersihan ceceran minyak. Selain itu beberapa jenis bakteri dapat dimanfaatkan dalam pemisahan logam dari bijihnya. Contohnya adalah *Thiobacillus ferrooxidans*. Bakteri ini tumbuh dalam lingkungan asam, seperti tempat pertambangan dan mampu memisahkan tembaga-tembaga dari bijihnya melalui reaksi kimia. Strain yang lain mampu memisahkan logam besi dari bijihnya (besi sulfida). *Chlorella vulgaris* juga dapat melepaskan emas dari bijihnya dan mengakumulasi emas itu di dalam selnya. Jenis bakteri yang lain telah digunakan untuk memperoleh kembali beberapa bijih logam seperti mangan (Mn) dan uranium yang terdapat pada konsentrasi rendah pada bijih. Mikroorganisme bermanfaat dalam pertambangan karena alasan-alasan berikut.

- Tidak merusak lingkungan dibandingkan pengolahan dengan bahan kimia.
- Lebih banyaknya mineral yang dapat menggunakan mikroorganisme dalam pengolahannya. Mikroorganisme mampu mengumpulkan mineral dari bijih yang hanya mengandung sedikit mineral. Bijih miskin mineral ini tidak layak diproses secara konvensional.

## 3. Bioteknologi dalam 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 gennya telah dimodifikasi), kultur jaringan, biopestisida, dan sebagainya. Berikut ini beberapa contoh bioteknologi dalam bidang pertanian.

### a. Hidroponik dan Aeroponik

Hidroponik adalah suatu istilah yang digunakan dalam bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuhnya. Untuk

memperoleh zat makanan atau unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, ke dalam air yang digunakan dilarutkan campuran pupuk organik. Campuran pupuk ini dapat diperoleh dari buatan sendiri atau pupuk buatan yang siap pakai. Adapun keuntungan dengan cara hidroponik adalah sebagai berikut.

- a) Tumbuhan bebas dari hama dan penyakit.
- b) Produksi tanaman lebih tinggi.
- c) Tumbuh lebih cepat.
- d) Pemakaian pupuk lebih efisien.
- e) Mudah pengerjaannya.
- f) Tidak tergantung pada kondisi alam.
- g) Tidak membutuhkan lahan luas

Selain hidroponik, saat ini teknik yang sedang dikembangkan adalah teknik aeroponik. Jika hidroponik media yang digunakan untuk tumbuh akar adalah air dan media lain misalnya kerikil atau pasir. Tapi pada aeroponik tidak menggunakan media sama sekali. Akar tanaman di letakkan menggantung dalam suatu wadah yang dijaga kelembapannya dari air yang biasanya berasal dari pompa bertekanan sehingga timbul uap air. Zat makanan diperoleh melalui larutan nutrisi yang disemprotkan ke bagian akar tanaman.

Sistem aeroponik memiliki kelebihan dibandingkan sistem hidroponik. Pada sistem aeroponik, akar yang menggantung akan lebih banyak menyerap oksigen sehingga meningkatkan metabolisme dan kecepatan pertumbuhan tanaman.

## b. Kultur Jaringan Tumbuhan

Teknik kultur jaringan banyak dilakukan untuk menghasilkan bibit tumbuhan dalam jumlah besar dan seragam sifat genetiknya dalam waktu relatif singkat, misalnya bibit jati, anggrek, dan kelapa sawit.

Kultur jaringan memanfaatkan sifat totipotensi sel, yaitu setiap sel membawa informasi genetik yang lengkap sehingga berpotensi untuk berkembang menjadi individu baru yang lengkap. 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. Berdasarkan jenis eksplannya, kultur jaringan dapat dibedakan menjadi kultur meristem, kultur antera, kultur embrio, kultur protoplas, kultur kloroplas, kultur polen, dan lain-lain. Eksplan yang telah disterilkan ditumbuhkan pada media steril yang mengandung nutrisi dan zat pengatur tumbuh. 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.

Teknik kultur jaringan sangat menguntungkan dalam memperbanyak tumbuhan bernilai tinggi. Selain itu tanaman langka yang terancam punah dapat dilestarikan dengan memanfaatkan kultur jaringan. Dengan demikian kemajuan industri agrobisnis dapat terwujud dan ketahanan pangan akan meningkat.

### **c. Bioteknologi dalam Pembentukan Varietas Tanaman Unggul Baru**

Teknik-teknik bioteknologi juga dimanfaatkan untuk membuat jenis tanaman unggul yang baru. Hal ini diperlukan untuk mencukupi kebutuhan pangan yang terus meningkat, sedangkan luas lahan pertanian cenderung menurun. Tanaman unggul ini diharapkan mempunyai produktivitas yang lebih baik. Selain itu, peningkatan hasil, juga dilakukan upaya perbaikan pada kandungan nutrisi, kelestarian lingkungan, usia panen, dan berbagai nilai tambah yang lain. Sebagai contoh, nilai tambah pada beberapa tanaman unggul yang telah dikembangkan adalah sebagai berikut.

- Peningkatan kandungan nutrisi pada tanaman pisang, cabe, stroberi, dan ubi jalar.
- Peningkatan rasa, misalnya pada tanaman tomat, cabe, buncis, dan kedelai.
- Peningkatan kualitas produk, misalnya pada pisang, cabe, stroberi dengan tingkat kesegaran dan tekstur yang lebih baik.
- Mengurangi reaksi alergi, misalnya pada tanaman polong-polongan dengan kandungan protein penyebab alergi yang lebih rendah
- Kandungan bahan berkhasiat obat, misalnya pada tomat dengan kandungan *lycopene* yang tinggi yang berguna sebagai antioksidan untuk mengurangi kanker, bawang dengan kandungan allicin untuk menurunkan kolesterol, serta pada padi dengan kandungan vitamin A dan zat besi untuk mengatasi anemia dan kebutaan.
- Tanaman yang mampu memproduksi vaksin dan obat-obatan untuk mengobati penyakit manusia, misalnya pada tanaman tembakau yang telah direkayasa sehingga dapat menghasilkan vaksin untuk penyakit kanker.
- Tanaman dengan kandungan nutrisi yang lebih baik untuk pakan ternak.

Penerapan bioteknologi tanaman juga dapat memudahkan petani dalam proses budidaya tanaman. Misalkan dalam pengendalian gulma yaitu dengan menghasilkan tanaman yang memiliki ketahanan terhadap jenis herbisida tertentu. Sebagai contoh adalah tanaman berlabel *Roundup Ready* yang terdiri dari kedelai, canola (sejenis tanaman penghasil minyak), dan jagung yang tahan terhadap herbisida Roundup. Di dunia saat ini telah banyak dilepas berbagai tanaman jenis baru hasil penerapan bioteknologi. Misalnya di China

pada tahun 2006 telah telah dikembangkan sekitar 30 spesies tanaman transgenik, antara lain padi, jagung, kapas, kentang, kedelai, tomat tahan virus, petunia dengan warna bunga baru, paprika tahan virus, da kapas tahan hama) yang telah dilepas untuk produksi.

Beberapa jenis tanaman unggul baru yang dibuat dengan pemanfaatan bioteknologi adalah sebagai berikut.

**a) Padi *Golden Rice***

Padi merupakan tanaman pangan utama dunia. Dengan demikian padi menjadi prioritas utama dalam bioteknologi. Selain padi, tanaman pangan yang telah banyak mendapat sentuhan bioteknologi adalah kentang. Penerapan bioteknologi pada tanaman padi sebenarnya telah lama dilakukan. Salah satu produknya adalah padi jenis *golden rice* yang dikenalkan pada tahun 2001. Diharapkan padi jenis ini dapat membantu jutaan orang yang mengalami kebutaan dan kematian dikarenakan kekurangan vitamin A dan besi. Vitamin A sangat penting untuk penglihatan, respon kekebalan, perbaikan sel, pertumbuhan tulang, reproduksi, hingga penting untuk pertumbuhan embrionik.

Nama *Golden Rice* diberikankarena butiran yang dihasilkan berwarna kuning menyerupai emas karena mengandung karotenoid. Rekayasa genetika merupakan metode yang digunakan untuk produksi *Golden Rice*. Hal ini disebabkan karena tidak ada plasma nutfah padi yang mampu untuk mensintesis karotenoid.

**b) Kentang *Russet Burbank***

Teknik bioteknologi saat ini telah banyak digunakan dalam produksi kentang. Baik dalam teknik penyediaan bibit, pemuliaan kentang, hingga rekayasa genetika untuk meningkatkan sifat-sifat unggul kentang. Dalam hal penyediaan bibit, saat ini teknik kultur jaringan telah banyak digunakan. Teknik kultur jaringan memungkinkan petani mendapatkan bibit dalam jumlah besar yang identik dengan induknya. Contoh varietas kentang baru adalah kentang *Russet Burbank* yang memiliki kandungan pati yang tinggi yang dapat menghasilkan kentang goreng dan kripik kentang dengan kualitas yang lebih baik karena menyerap lebih sedikit minyak ketika digoreng.

**c) Tomat *FlavrSavr***

Teknologi rekayasa genetika juga telah diaplikasikan pada tanaman hortikultura. Sebagai contoh yang cukup terkenal adalah tomat *FlavrSavr*, yaitu jenis tomat yang buah matangnya tidak lekas rusak/membusuk. Hal ini sangat berbeda dengan tanaman tomat lain, di mana buah yang matang cepat menjadi rusak. Sifat tomat *FlavrSavr* ini sangat berguna dalam pengiriman buah ke tempat yang jauh sebelum tiba di tangan konsumen.

#### **d) Tembakau Rendah Nikotin**

Salah satu dari sekian banyak kerugian merokok adalah gangguan kesehatan karena kadar nikotin yang tinggi. Pendekatan bioteknologi dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan merakit tanaman tembakau yang bebas kandungan nikotin. Pada tahun 2001 jenis tembakau ini diklaim dapat mengurangi resiko serangan kanker akibat merokok. Selain bebas nikotin, sentuhan bioteknologi lain juga dilakukan untuk tanaman tembakau misalnya dengan meningkatkan aroma menggunakan gen aroma dari tanaman lain. Salah satu yang telah berhasil adalah mengabungkannya dengan aroma buah lemon.

#### **4. 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.

### **C. Bioteknologi Produksi**

Teknologi reproduksi telah dikembangkan pada hewan, tumbuhan, bahkan manusia. Teknologi reproduksi pada hewan dan tumbuhan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia seperti bahan makanan yang lebih baik dan keseimbangan populasi dengan cara menghindari kepunahan suatu spesies.

Beberapa jenis bioteknologi reproduksi adalah sebagai berikut.

#### **1. Inseminasi Buatan**

Inseminasi buatan adalah cara untuk memasukkan sperma hewan jantan ke dalam organ reproduksi betina dengan menggunakan alat tertentu. Nama lain dari inseminasi buatan ini adalah kawin suntik. Tujuan dilakukannya inseminasi buatan ini adalah sebagai berikut.

- a. Meningkatkan kualitas keturunan.
- b. Memudahkan pengaturan proses perkawinan.
- c. Menghindari kelangkaan hewan jantan yang termasuk bibit unggul.
- d. Meningkatkan tingkat reproduksi hewan.

## 2. Bayi Tabung (*Fertilization in Vitro*)

Tidak semua pasangan suami istri mampu menghasilkan keturunan. Penyebabnya dapat berbagai hal mulai masalah ovulasi, tersumbatnya tuba falopii, dan jumlah sperma terlalu sedikit. Dengan perkembangan ilmu dan teknologi kedokteran sebagian masalah itu telah ada jalan keluarnya. Bayi tabung merupakan salah satu jalan keluar untuk memecahkan masalah ketidaksuburan (*infertilitas*). Tetapi cara ini akan menghabiskan biaya yang mahal. Bayi tabung mulai populer pada tahun 1978, dengan tes pertama di dunia.

Sperma dan telur berasal dari pasangan yang ingin melakukan program bayi tabung. Di beberapa negara sel telur dan sperma disediakan oleh lembaga tertentu dan orang yang memiliki uang dapat memilih calon ibu atau ayah dari bayi yang ingin dilahirkan. Empat langkah dasar dari program bayi tabung adalah sebagai berikut.

- a. Menggunakan obat untuk membuat folikel menjadi banyak di dalam ovarium. Seperti kamu ketahui bahwa ovarium yang normal hanya menghasilkan satu sel telur setiap bulannya. Jika folikel yang berkembang dalam ovarium lebih banyak, maka sel telur yang dihasilkan juga lebih banyak.
- b. Memantau perkembangan folikel dengan *ultrasonografi* untuk mengetahui perkembangan telur dalam ovarium dan lapisan uterus. Setelah folikel dan lapisan uterus matang, baru hormon HCG (*Human Chorionik Gonadotropin*) diberikan sebagai pemicu.
- c. Setelah 36 jam dari pemberian pemicu, kondisi telur dipantau kembali dengan ultrasonografi.
- d. Spesimen sperma disiapkan dan dicuci terlebih dahulu. Setelah dicuci kemudian sperma ditempatkan dengan sel telur dan disimpan dalam inkubator selama 18 jam. Setelah 18 jam akan dilihat normal atau tidaknya fertilisasi di bawah mikroskop. Jika normal akan disimpan pada inkubator sampai embrio menjadi multiseluler.

Tahap berikutnya adalah memindahkan embrio ke dalam uterus. Jumlah embrio yang dipindahkan dapat lebih dari satu. Meskipun memungkinkan lebih dari satu embrio yang ditempatkan di rahim, tetapi tergantung kondisi rahimnya.

## 3. Kloning

Kloning adalah teknik atau metode reproduksi secara aseksual yang menggunakan sel tubuh (sel somatik) makhluk hidup. *Klon* atau keturunan yang dihasilkan memiliki kesamaan gen dengan induknya. Para ilmuwan awalnya melakukan teknik kloning pada katak dan salamander awal tahun 50-an. Pada tahun 1996, seorang ilmuwan sains Inggris, Ian Wilmut menggunakan prosedur yang sama untuk mengkloning domba, nama domba itu adalah Dolly.

Sejak Dolly berhasil dikloning, ilmuwan dari berbagai penjuru dunia mencoba melakukan kloning terhadap hewan lain dengan teknik yang sama. Dewey adalah rusa ekor putih pertama hasil kloning di Universitas Texas. Dewey adalah seekor rusa berekor putih *Odocoileus virginianus*. Rusa ini merupakan rusa kloning pertama di dunia. Rusa tersebut berkembang normal dan saat muda minum susu dari botol. Sebagai bahan kloning, diambil dari sel-sel kulit rusa jantan. Para peneliti mengambil inti

sel kemudian memasukkannya dalam rahim seekor rusa betina. Keberhasilan kloning ini diharapkan dapat menghindarkan rusa jenis ini dari ancaman kepunahan.

Kuda pertama hasil kloning diberi nama Prometea. Prometea dilahirkan oleh induk yang sekaligus juga donor DNA-nya. Prometea dikloning dari sel kulit induknya, seekor kuda pekerja kecil jenis haflinger. Nukleus dari sel kulit itu kemudian ditanam pada sel telur kuda lain yang sudah dibuang nukleusnya. Sel yang mulai membelah kemudian dikembalikan ke rahim induknya.

Selain rusa dan kuda, kloning juga dicobakan pada anjing. Suatu tim yang beranggotakan 11 orang berhasil mengkloning anjing untuk pertama kalinya. Drh Yuda Heru Fibrianto adalah salah satu anggota tim yang berasal dari Indonesia. Proyek kloning ini membutuhkan waktu selama 2 tahun 8 bulan. Proses kloning anjing adalah sebagai berikut.

- a. Membuat biakan sel dari kulit anjing yang akan dipakai sebagai donor sel. Kulit anjing diambil sedikit dan dibiakkan dalam cawan petri. Setelah berkembang disimpan dalam suhu 150°C.
- b. Persiapan mengambil sel telur dari anjing yang sudah diovulasikan dengan cara melihat keadaan sel-sel vagina dan kadar hormon progesteron dalam darah.
- c. Melakukan kloning pada sel telur, dengan cara menghilangkan inti dari sel telur tersebut dan diganti dengan satu sel yang telah dibiakkan dari sel donor.
- d. Menyatukan sel yang berasal dari kulit dengan sel telur yang telah hilang intinya dengan listrik sebesar 3 – 3,5 kV/cm di dalam plat dari baja putih yang sejajar dan dalam media *manitol*.
- e. Implantasi yaitu memasukkan sel telur yang telah bersatu ke dalam rahim anjing lain dengan cara operasi.
- f. Pemeriksaan kehamilan dengan ultrasonografi (USG) 22 hari kemudian. Guna memastikan terjadinya kehamilan ditunggu lagi sampai hari ke-60.

Meskipun bioteknologi memberi manfaat yang banyak bagi kesejahteraan manusia, bioteknologi juga membawa dampak buruk. Contohnya adalah pengembangan senjata biologis, ancaman kerusakan lingkungan dan ketidakseimbangan ekosistem, serta gangguan kesehatan.

## **D. Dampak Bioteknologi**

### **1) Dampak Positif**

Dampak positif bioteknologi bagi manusia adalah adanya produk – produk baru yang dapat bernilai daya jual yang tinggi dan dinilai unggul. Pada proses bioteknologi memang memiliki tujuan untuk menghasilkan produk yang akan memudahkan pekerjaan manusia. Hal ini sangat penting karena pada produk tersebut kemudian akan membuat menguntungkan manusia dalam berbagai bidang. Ini juga menjadi salah satu ajang inovasi anak bangsa yang dapat membantu negaranya untuk menghasilkan berbagai produk yang unik dan kreatif.

Meski seringkali produk yang dihasilkan juga memiliki efek samping jangka panjang dan bahkan kemudian akan merusak lingkungan serta mengancam populasi pada makhluk hidup yang lain. Tentu hal ini sangat berbahaya jika dibiarkan berkelanjutan karena produk tersebut merusak

ekosistem secara global yang dampaknya tidak hanya dirasakan oleh manusia namun juga berdampak pada habitat dan species lain sebagai manfaat biologi di berbagai bidang. Berikut adalah beberapa dampak positif dari penerapan bioteknologi.

#### **a. Mempermudah Proses Pengolahan Produk**

Bioteknologi adalah satu inovasi yang bermanfaat untuk mempermudah pekerjaan manusia dan untuk memperoleh penghasilan yang besar. Pada produk ini kemudian akan termasuk ilmu yang terdapat pada berbagai bidang teknologi misalnya pada bidang pangan. Pada bidang pangan teknik ini kerap sekali digunakan untuk mempermudah berbagai urusan pekerjaan dan menghasilkan santapan yang lezat. Misalnya penggunaan mikroorganisme pada pembuatan keju, berbagai jenis roti, minuman bir dan lain lain.

Hal ini menjadi sebuah cara yang ternyata memang telah diterapkan sejak dahulu yakni mulai pada abad ke 19 . Proses ini telah diketahui dapat diterapkan pada berbagai bidang salah satunya adalah pangan. Bidang lainnya juga telah banyak menggunakan berbagai teknologi dimana pada berbagai rekayasa genetik kemudian menerapkan teknik kultur jaringan.

Pada pengertian totipotensi dan kultur jaringan tersebut akan melibatkan pada DNA rekombian. Kemudian ini akan menghasilkan jenis baru pada tanaman pangan. Tanaman tersebut akan memiliki karakter yang membuat produksi pada hasil panen meningkat dan melimpah luarbiasa. Panen para petani yang melimpah kemudian akan membuat tumbuhan tersebut memiliki kandungan zat nutrisi yang lebih banyak. Pada berbagai nutrisi juga akan menghasilkan berbagai produk rekayasa genetik.

#### **b. Mempercepat Proses Panen**

Salah satu keunggulan dari produk bioteknologi adalah menghasilkan tanaman yang dapat panen dalam waktu yang singkat. Persilangan atau permainan genetik yang dilakukan memang tentu akan menghasilkan bibit – bibit yang dinilai unggul. Keunggulan ini akan membuat harga bibit dan harga hasil panen menjadi melambung. Ini akan menghasilkan keuntungan yang berlipat – lipat dibanding dengan keuntungan seperti biasanya. Kerugian yang seringkali tidak disadari oleh para petani adalah dengan menggunakan bibit hasil bioteknologi akan membuat kepunahan pada jenis asli di suatu daerah.

Pada akhirnya petani kesulitan saat kehilangan modal untuk penanaman. Namun bibit lokal sudah tidak dimiliki. Pada bibit hasil rekayasa biasanya akan dibuat steril sehingga bibit tersebut tidak lagi dapat untuk menjadi individu baru pada panen sebagaimana jenis-jenis bioteknologi yang memiliki berbagai cara. Jika pun hal tersebut dapat dilakukan namun yang akan terjadi adalah hasil panen menjadi menurun.

#### **c. Hasil Panen Melimpah**

Pada penerapan bioteknologi ini dapat menghasilkan hasil pembudidayaan pada tumbuhan pangan yang kemudian memproduksi hasil dengan sifat terbaru. Pada hasil tersebut kemudian akan membuat kualitas yang unggul menjadi melimpah. Pada tumbuhan – tumbuhan ini

memang banyak yang menilai sebaiknya tidak mendapatkan berbagai sentuhan dari penerapan bioteknologi. Ini memang sangat menggiurkan dalam jangka yang pendek. Pada kerusakan alam yang seringkali tidak disadari akan sangat terasa pada jangka yang panjang. Para petani memungkinkan untuk kehilangan banyak serangga yang keracunan atau mengalami kematian karena tanaman yang ditanam. Para petani akan merasakan kesulitan dalam memperoleh proses pada penyerbukan.

#### **d. Bioteknologi Membantu Bidang Kesehatan**

Pada bioteknologi akan ada penerapan yang kemudian akan dapat dilakukan dengan teknik bioteknologi ini, kemudian dapat membuktikan yakni adanya penemuan vaksin. Vaksin banyak dilakukan untuk membentuk sistem imun yang lebih kuat pada tubuh manusia. Hal ini memang dilakukan dalam upaya menjaga kesehatan pada manusia. Selain vaksin juga penemuan lain diantaranya adalah zat insulin serta antibiotik.

Pada proses pembuatan ini dilakukan dengan melibatkan berbagai fungsi DNA dan RNA mikroorganisme yang aman untuk tubuh. Begitu pula dengan antibiotik yang kini juga banyak diproduksi untuk membantu kesehatan pada manusia. Ini merupakan salah satu contoh hasil dari fermentasi yang berkhasiat untuk menjadi obat. Banyak pula obat – obat lain yang sangat berguna untuk berbagai penyakit yang mematikan.

#### **e. Upaya Pelestarian Lingkungan**

Bioteknologi juga dapat diterapkan penerapan yang mudah sehingga cepat menghasilkan perbaikan pada lingkungan. Hal ini akan dengan mudah untuk dapat dijumpai dengan melewati adanya upaya di dalam pelestarian lingkungan hidup. Misalnya pada pengurangan polusi di lingkungan dengan melakukan penguraian minyak bumi yang mengalami kecelakaan kemudian tumpah dilautan. Ini dapat diikurangi oleh bakteri. Penguraian zat yang memiliki sifat beracun tersebut akan dapat dilakukan oleh jenis bakteri tertentu yang dapat hidup di laut. Banyak pemakaian juga harus dilakukan dengan secukupnya, jika dilakukan dengan berlebihan maka kemudian akan menghambat dan malah merusak ekosistem sebagai dampak bioteknologi terhadap lingkungan.

### **2) Dampak Negatif**

Dampak negatif bioteknologi bagi kesehatan manusia yang paling berbahaya adalah menyebabkan adanya mutasi pada gen manusia yang dapat terjadi dalam jangka panjang sebagai manfaat biologi di berbagai bidang.. Hal ini tentu menjadi perhatian didalam melakukan teknik bioteknologi. Jangan sampai bioteknologi dilakukan hanya untuk menyebabkan keuntungan bagi beberapa pihak.

Banyak pula yang belum sadar jika dampak pada hasil produk konsumsi jangka panjang dapat beresiko pada kerusakan gen. Hasil produk bioteknologi tidak hanya berdampak untuk manusia namun juga untuk makhluk hidup lainnya diantaranya tumbuhan dan hewan. Hal ini sebaiknya

diwaspadai dan dikenali suatu produk. Berikut adalah dampak negatif yang dapat dilakukan terkait dengan dampak negatif dari bioteknologi.

#### **a. Dampak Bioteknologi dapat Menyebabkan Alergi**

Pada Teknologi bioteknologi yang saat ini sedang mengalami perkembangan dimana [jenis jenis bioteknologi](#) ada langkah dalam pemakaian gen asing yang dimasukkan ke dalam suatu organisme. Hal ini akan kemudian menjadikan produk sebagai makanan yang akan dikonsumsi oleh manusia. Pada penggunaan jangka panjang dapat menyebabkan keluhan kesehatan pada banyak orang maupun kepada orang – orang tertentu.

Pada saat dilakukan konsumsi ini sebaiknya tidak dilakukan pada orang yang memiliki keluhan pada kulit yang memiliki sifat sensitif. Misalnya penyakit alergi yang kerao sekali membuat kulit tidak nyaman. Kulit juga akan merasakan gatal – gatal. Permukaan kulit akan memiliki warna kemerahan seperti ruam – ruam dan bayak pula kulit yang menjadi bersisik. Pada beberapa produk yang diketahui mengandung berbagai organisme yang merupakan hasil dari rekayasa bioteknologi memang sebaiknya harus diberi label khusus.

Label tersebut akan menjadi perhatian untuk banyak masyarakat agar dapat didapatkan informasi yang benar. Penting bagi pada konsumen untuk dapat memilih produk dan memikirkan dengan teliti . Pengetahuan itu untuk segera membuat para konsumen memutuskan untuk menggunakan produk tersebut atau tidak.

#### **b. Kerusakan Ekosistem yang Merugikan Mahluk Lain**

Pada penerapan teknologi bioteknologi juga memiliki efek samping dimana dapat merusak habitat pada lingkungan hidup. Pada bagian penerapan ini kemudian akan menjalar kepada kerusakan yang terjadi di ekosistem. Pada tanaman yakni misalnya pada bunga matahari saat ini telah banyak dilakukan rekayasa genetik dengan penerapan bioteknologi. Proses ini akan menghasilkan panen yang dinilai memperoleh banyak jenis maupun varietas yang unggul. Namun banyak para pengamat lingkungan jika hal ini dapat merugikan mahluk hidup lain diantaranya adalah kupu kupu serta serangga lain diantaranya adalah lebah maupun kumbang. Pada hewan yang membantu penyerbukan ini akan membunuh para kupu – kupu sehingga menyebabkan kematian.

Hal ini yang kemudian akan membuat bunga matahari yang tumbuh dengan subur karena proses bioteknologi kemudian tidak lagi akan membutuhkan bantuan. Pada berbagai serangga tidak akan membutuhkan proses terjadinya penyerbukan . Pada berbagai teknik bioteknologi kemudian akan memiliki zat dengan sifat yang tertentu sehingga dapat menyebabkan serangga menjadi keracunan.

#### **c. Tanaman Menjadi Kerdil Sehingga Tidak Mampu Menghasilkan Panen**

Pada tumbuhan yang termasuk ke dalam jenis palawija kemudian akan berperan sebagai tanaman pangan dengan jenis yang lain jika tidak mendapat sentuhan pada bioteknologi. Proses ini dikenal dengan nama proses transgenik dimana ada proses persilangan gen yang dilakukan



untuk mendapatkan jenis unggul dan bernilai daya jual yang tinggi. Pada tumbuhan ini kemudian akan terlihat morfologi yang berbeda. Pada tumbuhan dengan jenis yang lain kemudian tidak akan mampu untuk melakukan pertumbuhan dengan normal karena bioteknologi.

Pada tumbuhan juga kemudian akan menjadi tanaman yang kerdil. Tanaman ini kemudian tidak berkembang. Pada proses awal memang tanaman yang kerdil ada yang masih mampu untuk menghasilkan buah. Namun banyak diantara tanaman tersebut yang lama – kelamaan kemudian tidak akan mampu lagi untuk memproduksi hasil panen dalam jumlah yang akan diharapkan. Hal tersebut kemudian akan menyebabkan proses transgenik. Pada proses ini kemudian akan banyak dilakukan penyerapan untuk mengikat unsur hara sebagai dampak bioteknologi terhadap lingkungan.

#### **d. Kemandulan Pada Hewan**

Pada jenis hewan ternak yang biasa dikonsumsi oleh manusia maupun tidak akan banyak beresiko untuk mengalami kemandulan. Hal ini terjadi karena tanaman yang memiliki efek samping dari teknik bioteknologi yang diterapkan yakni berupa transgenik akan memiliki efek yang buruk diantaranya menjadi mandul. Pada hewan tersebut kemudian tidak lagi memiliki kemampuan untuk menghasilkan anak maupun keturunannya. Pada kemandulan yang terjadi tersebut akan mengakibatkan tanaman kemudian mengalami kontaminasi gen asing yang berasal dari proses bioteknologi seperti pada contoh tumbuhan berkeping dua.

#### **e. Beresiko Kepunahan**

Pada teknologi bioteknologi ini kemudian juga dapat menyebabkan berkurangnya pada keanekaragaman plasma nutfah. Hal ini akan menyebabkan berkurangnya keanekaragaman jenis – jenis makhluk hidup yang berada di suatu wilayah. Efek lainnya juga akan menyebabkan budidaya pada hewan dan tumbuhan sehingga jika berlangsung dengan lama akan menyebabkan pemusnahan. Jika hal ini terjadi terus menerus kemudian akan membuat budidaya yang akan dilakukan memiliki tujuan hanya agar selalu mendapatkan keuntungan semata tanpa mempertimbangkan resiko.

#### **f. Pengurai Mengalami Kematian**

Hal lain yang juga terjadi adalah misalnya pada tanaman yang berfungsi sebagai pangan kemudian yang didapat hasil transgenik mengalami kesulitan untuk diuraikan oleh mikroorganisme misalnya pada bakteri. Kondisi ini sangat memprihatinkan dan akan membuat proses pembusukan tidak terjadi, akibatnya sampah hanya akan menumpuk

## II. LATIHAN

### Petunjuk :

*Sebelum menjawab latihan di bawah ini, anda diharapkan telah membaca uraian materi yang telah disajikan diatas. Kemudian jawablah pertanyaan pada latihan di bawah ini dengan jelas dan benar.*

### Jawablah latihan soal di bawah ini sesuai petunjuk!

1. Apakah anda dapat menjelaskan pengertian bioteknologi dan bidang-bidang yang terkait dengannya?
2. Dapatkah anda menjelaskan peranan mikroorganismenya dalam bioteknologi?
3. Dapatkah anda menyebutkan contoh penerapan bioteknologi yang mendukung kelangsungan hidup manusia khususnya dalam hal produksi pangan? Apakah anda juga dapat menjelaskan prinsip kerjanya?
4. Dapatkah kamu memberikan contoh dampak positif dan dampak negatif penggunaan bioteknologi?
5. Jelaskan pengertian bioteknologi menurut pendapatmu sendiri.
6. Jelaskan perbedaan antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern?
7. Berilah contoh aplikasi bioteknologi yang mudah ditemukan di sekitar tempat tinggalmu. Termasuk bioteknologi apakah aplikasi itu.
8. Jelaskan kelebihan energi hasil bioteknologi.
9. Jelaskan secara singkat mengenai proses bayi tabung.

## III. RANGKUMAN

- Bioteknologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari pemanfaatan organisme, sistem, atau proses biologi untuk menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang berguna untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Bioteknologi berkembang dari bioteknologi konvensional menjadi bioteknologi modern.
- Mikroorganismenya berperan penting dalam bioteknologi, yaitu memproduksi bahan pangan berprotein tinggi, berperan dalam proses pembuatan berbagai bahan pangan, serta dimanfaatkan dalam berbagai industri seperti industri makanan dan minuman, industri farmasi dan obat-obatan, dan industri energi dan pertambangan.
- Contoh bioteknologi dalam bidang pertanian adalah cara bercocok tanam secara hidroponik dan aeroponik, pemanfaatan kultur jaringan untuk menghasilkan bibit tanaman unggul, dan dalam bidang peternakan dengan memberikan vaksin, pakan bergizi tinggi, hormon pertumbuhan, hewan transgenik, dan teknologi induk buatan.
- Bioteknologi reproduksi berupaya mengembangkan hewan dan tumbuhan unggul untuk kesejahteraan manusia dan menjaga keseimbangan populasi. Beberapa contoh bioteknologi reproduksi adalah iseminasi buatan, teknologi bayi tabung, dan kloning.

#### .IV. TES FORMATIF

Petunjuk : Pilihlah salah satu jawaban yang anda anggap paling benar!

1. Keuntungan proses fermentasi makanan adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
  - a. nilai gizi lebih tinggi
  - b. cita rasa lebih baik
  - c. harganya lebih murah
  - d. aroma lebih menarik
  
2. Rekayasa genetika sangat bermanfaat untuk kehidupan manusia, antara lain ....
  - a. memperoleh hormon insulin dengan memanfaatkan bakteri
  - b. meningkatkan kesuburan tanah dengan pupuk buatan
  - c. menentukan unsur yang diperlukan oleh tanaman
  - d. memperoleh cara pengobatan penyakit dengan tepat
  
3. Dengan bioteknologi, reproduksi tanaman secara vegetatif dalam jumlah yang banyak dan seragam dapat dilakukan melalui cara ....
  - a. rekombinasi gen
  - b. cangkok
  - c. hidroponik
  - d. kultur jaringan
  
4. Bioteknologi merupakan penerapan berbagai bidang ilmu, yaitu ....
  - a. biologi, matematika, fisika, dan kimia
  - b. biologi, kimia, fisika, dan pertanian
  - c. mikrobiologi, genetika, biologi molekuler, dan biokimia
  - d. biologi, kimia, matematika, dan genetika
  
5. Dampak negatif bioteknologi haruslah tetap diwaspadai sebab ....
  - a. mikroorganisme akan bertambah banyak
  - b. merusak tatanan kehidupan manusia
  - c. adanya organisme transgenik dapat mempengaruhi atau merusak keseimbangan lingkungan
  - d. meningkatkan pencemaran lingkungan
  
6. Kloning merupakan perkembangbiakan secara ....
  - a. seksual
  - b. aseksual
  - c. generatif
  - d. konjugasi
  
7. Pembuahan dengan teknik bayi tabung memiliki kerugian dibandingkan secara alami yaitu ....
  - a. mudah dan cepat
  - b. murah dan lambat
  - c. mahal dan rumit
  - d. mahal dan lambat

8. Produk bioteknologi modern antara lain....
  - a. tempe, tape, kecap, dan asam amino
  - b. asam amino, kecap, vaksin, dan enzim
  - c. enzim, vaksin, asam amino, dan antibiotika
  - d. tempe, asam amino, antibiotika, dan cuka
  
9. Yang tidak termasuk teknologi reproduksi adalah ....
  - a. kloning
  - b. inseminasi buatan
  - c. fermentasi
  - d. bayi tabung
  
10. Gas bio sebagai hasil bioteknologi memiliki kelebihan, yaitu ....
  - a. tidak menyebabkan pencemaran lingkungan
  - b. diproduksi oleh mikroorganismenya
  - c. mudah memproduksinya
  - d. bahan baku limbah pertanian dan peternakan

#### V. Umpan Balik dan tindak Lanjut

Cocokkan jawaban di atas dengan kunci jawaban tes formatif 1 yang ada di bagian akhir modul ini. Ukurlah tingkat penguasaan materi kegiatan belajar dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Tingkat penguasaan} = (\text{Jumlah jawaban benar} : 10) \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang diperoleh adalah :

Baik sekali	=	90 - 100%
Baik	=	80 - 89%
Cukup	=	70 - 78%
Kurang	=	0 - 69%

Bila tingkat penguasaan anda mencapai 80% ke atas, Selamat anda telah mencapai indikator pembelajaran yang diharapkan. Namun bila pencapaian yang anda dapatkan masih kurang, anda harus mengulangi kegiatan belajar 1 terutama pada bagian yang belum ada kuasai.

#### VI. Daftar Pustaka

Fauziah, dkk. 2009. *IPA untuk Kelas VIII*. BSE. Pusat Perbukuan Kemendikbud.

Harminto, S. 2017. *Biologi Umum*. Jakarta: Universitas Terbuka.

<https://dosenbiologi.com/bioteknologi/jenis-jenis-bioteknologi>

- Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) SD. Jakarta : Depdiknas.
- Purnomo, dkk. 2009. *Biologi Kelas XI*. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Puspita,.Diana, dkk. 2009. *Alam Sekitar IPA Terpadu Kelas VII*. BSE. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Radji, M. 2012. Peranana *Bioteknologi dan Mikroba Endofit Dalam Pengembangan Obat Herbal*. Majalah Ilmu Kefarmasian. Vol II, No. 3, <http://psr.ui.ac.id/index.php/journal/article/view/3388>
- Retno, dkk. 2011. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia <http://repository.upnyk.ac.id/352/>
- Rumanta, M. 2009. *Praktikum IPA di SD*. Jakarta : Universitas Terbuka
- Sembiring. Langkah, Sudjino. 2009. *Biologi. Kelas XII*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Subardi, dkk. 2009. *Biologi untuk Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Usman Samatowa,. 2011. *Pembelajaran IPA di SD*. Jakarta : Indeks
- Wasis, dkk. IPA SMP dan MTS IX. BSE. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Widodo,A. dkk. 2006. *Pendidikan IPA di SD*. Bandung : UPI Press
- Winarsih, dkk. 2008. *IPA Terpadu untuk Kelas Menengah*, Depdikbud.
- Zuliani,R, dkk. 2014. *Konsep Dasar IPA I*. PGSD, Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- Buku Biologi SD, SMP, SMA (yang relevan)

## VII. Lampiran

### Kunci Jawaban Tes Formatif

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