

SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017

MATA PELAJARAN IPA

BAB XII BIOTEKNOLOGI



Dr. RAMLAWATI, M.Si.

Drs. H. HAMKA L., M.S.

SITTI SAENAB, S.Pd., M.Pd.

SITTI RAHMA YUNUS, S.Pd., M.Pd.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**

2017

BAB 12

BIOTEKNOLOGI



Sumber: <http://www.bacajuga.com>

Kompetensi Inti (KI)

Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.

Kompetensi Dasar (KD)

1. Mengaplikasikan proses bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.
2. Merumuskan konsep bioteknologi berdasarkan contoh proses produksi pangan

Bioteknologi berasal dari istilah Latin, yaitu *Bio* (hidup), *teknos* (teknologi = penerapan), dan *logos* (ilmu). Artinya, ilmu yang mempelajari penerapan prinsip-prinsip biologi. Menurut European Federation of Biotechnology (EFB), Bioteknologi sebagai perpaduan dari ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa yang bertujuan untuk meningkatkan aplikasi organisme hidup, sel, bagian dari organisme hidup, dan/atau analog molekuler untuk menghasilkan barang dan jasa.

Ilmu-ilmu pendukung dalam bioteknologi diantaranya adalah mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi sel, teknik kimia, dan enzimologi. Saat ini, aplikasi bioteknologi tidak hanya pada mikroorganisme saja, namun pada tumbuhan dan hewan. Terdapat 4 prinsip dasar bioteknologi, yaitu: Penggunaan agen biologi, menggunakan metode tertentu, dihasilkannya suatu produk turunan, dan melibatkan banyak disiplin ilmu.

Menurut perkembangannya, secara umum bioteknologi dibagi menjadi dua jenis:

A. Bioteknologi Konvensional (sederhana)

Bioteknologi Konvensional adalah bioteknologi yang memanfaatkan organisme secara langsung untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia melalui proses fermentasi. Bioteknologi konvensional biasanya dilakukan secara sederhana dan diproduksi tidak jumlah yang besar. Dalam bidang pangan, fermentasi merupakan kegiatan mikrobia pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki.

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal. Seiring dengan perkembangan teknologi, definisi fermentasi meluas menjadi semua proses yang melibatkan mikroorganisme untuk menghasilkan suatu produk yang merupakan metabolit primer atau sekunder dalam suatu lingkungan yang dikendalikan.

Bioteknologi konvensional dimanfaatkan dalam beberapa bidang:

1. Bidang Makanan

Dalam bidang makanan Proses yang dibantu mikroorganisme, misalnya dengan fermentasi, hasilnya antara lain : yoghurt , keju , tempe, roti, kecap ,cuka, dan sebagainya.

a. Yogurt

Yogurt merupakan minuman hasil fermentasi susu yang menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* atau *Lactobacillus bulgaricus*. Bakteri ini akan mengubah laktosa pada susu menjadi asam laktat. Efek lain dari proses fermentasi adalah pecahnya protein pada susu yang menyebabkan susu menjadi kental. Hasil akhirnya susu akan terasa asam dan kental. Proses penguraian ini disebut fermentasi asam laktat dan hasil akhirnya dinamakan.



Gambar 12.1 Yogurt
Sumber: <http://www.uniwiwied.com/>

b. Keju

Keju merupakan bahan makanan yang dihasilkan dengan memisahkan zat-zat padat pada susu melalui proses pengentalan atau koagulasi. Proses pengentalan ini dilakukan dengan bantuan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Bakteri ini akan menghasilkan enzim renin, sehingga protein pada susu akan menggumpal dan membagi susu menjadi cair dan padatan (dadih).

Selanjutnya enzim renin akan mengubah gula laktosa dalam susu menjadi asam dan protein yang ada pada dadih. Dadih inilah yang akan diproses lebih lanjut melalui proses pematangan dan pengemasan sehingga terbentuk olahan makanan yang dikenal dengan keju.



Gambar 12.2 Keju
Sumber: <http://www.sehat.com>

c. Roti

Pembuatan roti juga memanfaatkan peristiwa fermentasi yang dibantu oleh *yeast* atau khamir. Yeast merupakan sejenis jamur yang ditambah pada adonan tepung dan akan menimbulkan proses fermentasi. Proses ini akan menghasilkan gas karbondioksida dan alkohol. Gas karbondioksida berperan dalam mengembangkan roti, sedangkan alkohol akan berkontribusi dalam menghasilkan aroma dan memberi rasa pada roti. Adonan akan tampak lebih mengembang dan membesar pada saat adonan dimasukkan ke oven, karena gas akan mengembang pada suhu tinggi.



Gambar 12.3 Roti

Sumber: <http://www.dinimon.com/>

d. Kecap

Kecap merupakan salah satu produk hasil bioteknologi yang terbuat dari kacang kedelai. Pada tahap awal kedelai akan difermentasi dengan menggunakan jamur *Aspergillus wentii*. Tahap selanjutnya kedelai yang sudah difermentasikan akan dikeringkan dan direndam di dalam larutan garam. Pembuatan kecap dilakukan melalui proses perendaman kedelai dengan larutan garam, sehingga pembuatan kecap dinamakan fermentasi garam. Jamur *Aspergillus wentii* akan merombak protein menjadi asam-asam amino, komponen rasa, asam, dan aroma khas.



Gambar 12.4 Kecap

Sumber: <http://www.tokomesin.com/>

e. Tempe

Tempe adalah makanan tradisional khas Indonesia yang sering dikonsumsi menjadi salah satu makanan favorit. Pada dasarnya proses produksi tempe ini menggunakan teknik fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* pada biji kedelai. Pada proses pertumbuhan, jamur akan menghasilkan benang-benang yang disebut dengan hifa. Benang-benang itu mengakibatkan biji-bijian kedelai saling terikat dan membentuk struktur yang kompak. Pada waktu pertumbuhan jamur, jamur juga akan membuat suatu enzim protease yang dapat menguraikan protein kompleks yang ada pada kedelai menjadi asam amino yang lebih mudah dicerna oleh tubuh kita.



Gambar 12.5 Tempe

Sumber: <https://www.tasti-indonesian-food.com/>

f. Cuka

Bahan dasar pada proses pembuatan cuka adalah etanol yang dihasilkan oleh fermentasi anaerob oleh ragi. Oleh bakteri asam asetat, seperti *Acetobacter* dan *Gluconobacter*, etanol akan dioksidasi menjadi asam asetat.

2. Bidang Pertanian

Di bidang pertanian, bioteknologi memberi andil dalam usaha pemenuhan kebutuhan makanan. Bioteknologi konvensional dalam bidang pertanian diantaranya adalah:

a. Kultur Jaringan

Kultur artinya pembudidayaan, sedangkan jaringan artinya sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Dengan demikian kultur jaringan berarti membudidayakan suatu jaringan makhluk hidup menjadi individu baru yang mempunyai sifat sama seperti induknya.

Pelaksanaan teknik kultur jaringan tumbuhan dilakukan berdasarkan teori sel sebagaimana yang dikemukakan oleh Schleiden dan Schwann, yaitu sel tumbuhan mempunyai kemampuan totipotensi. Totipotensi adalah kemampuan setiap sel tumbuhan (dari bagian mana saja sel tersebut diambil) yang jika diletakkan dalam lingkungan yang sesuai, akan tumbuh menjadi tumbuhan yang sempurna.

Kultur jaringan akan lebih besar keberhasilannya apabila menggunakan jaringan meristem. Jaringan meristem adalah jaringan yang terdiri dari sel-sel yang selalu membelah, dindingnya tipis, belum mempunyai penebalan dari zat pectin, plasmanya penuh, dan vakuolanya kecil.

b. Pembastaran

Pembastaran atau persilangan merupakan perkawinan antara dua individu tanaman yang berbeda varietas, tetapi masih dalam satu spesies. Pembastaran merupakan cara yang sederhana, murah, dan paling mudah untuk menghasilkan tanaman pangan varietas unggul. Contoh, padi varietas X yang memiliki produksi gabah tinggi dan tidak cepat rebah dikawinkan dengan padi varietas Y yang memiliki sifat tahan hama dan umur panen pendek. Dari perkawinan ini, dapat dihasilkan padi varietas baru yang memiliki sifat perpaduan dari keduanya, yaitu produksi gabah tinggi, tahan hama, tidak cepat rebah, dan umur panen pendek.

c. Hidroponik

Hidroponik adalah teknik bercocok tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya. Termasuk juga bercocok tanam di dalam pot atau wadah lainnya yang menggunakan air atau bahan yang bersifat porus, seperti pecahan genting, pasir kali, batu, kerikil, spons, sabut kelapa, arang kayu, dan sebagainya. Contoh bioteknologi konvensional yang lain dalam bidang pertanian adalah penyeleksian tanaman jenis mustard alami oleh manusia, menghasilkan tanaman, kolabri, brokoli, kubis, dan kembang kol.

3. Bidang Industri

Penerapan bioteknologi konvensional di bidang industri di antaranya adalah teknik bioremediasi, yaitu suatu proses pengelolaan limbah yang mengandung zat-zat yang berbahaya (logam berat) menjadi limbah yang kurang berbahaya. Bioremediasi ini juga melibatkan mikroba tertentu, diantaranya *Xanthomonas campestris* dan *Pseudomonas foetida*. Caranya dengan melepaskan langsung bakteri tersebut ke limbah pabrik yang tercemar.

4. Bidang Pengobatan

Beberapa contoh bioteknologi tradisional di bidang pengobatan, misalnya *antibiotik penisilin* yang digunakan untuk pengobatan, diisolasi dari bakteri dan jamur, dan vaksin yang merupakan mikroorganisme yang toksinnya telah dimatikan bermanfaat untuk meningkatkan imunitas.

5. Bidang Peternakan

Bioteknologi tradisional di bidang peternakan, misalnya pada domba *ankon* yang merupakan domba berkaki pendek dan bengkok, sebagai hasil mutasi alami dan sapi *Jersey* yang diseleksi oleh manusia agar menghasilkan susu dengan kandungan krim lebih banyak.

B. Bioteknologi Modern

Peningkatan jumlah penduduk berpengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan pangan. Produksi pangan dengan cara tradisional tidak lagi memadai untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat. Hal ini menuntut para ilmuwan untuk mencari solusi dalam

memproduksi bahan pangan dengan cara yang lebih baik. Penerapan bioteknologi dalam produksi bahan pangan menjadi solusi terbaik saat ini. Bioteknologi berpotensi meningkatkan produksi tanaman budidaya dan mengurangi pemakaian bahan kimia berbahaya seperti pupuk dan pestisida. Dalam upaya pemenuhan kebutuhan tersebut para ilmuwan mengembangkan bioteknologi modern.

Dalam bioteknologi modern, orang berupaya untuk dapat menghasilkan produk dalam jumlah besar secara efektif dan efisien, dengan menggunakan peralatan canggih. Dalam bioteknologi modern selain menggunakan mikroorganisme juga dapat menggunakan bagian-bagian tubuh mikroorganisme, tumbuhan, dan hewan.

Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetik. Rekayasa genetik adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA baru. Manipulasi materi genetik dilakukan dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu. Salah satu produk hasil rekayasa genetik adalah dengan membuat organisme transgenik.

Melalui teknik rekayasa genetik, para ahli bidang bioteknologi dapat menyusun pola gen sedemikian rupa sehingga menghasilkan organisme yang sifat-sifatnya sesuai dengan kebutuhan. Teknik ini dikenal juga dengan istilah DNA rekombinan, yaitu proses mengkombinasikan DNA suatu organisme ke organisme lain. Pengaturan pola genetik ini melibatkan penggunaan gen organisme lain yang disisipkan ke pita DNA organisme tertentu. Organisme yang menggunakan bagian gen organisme lain di dalam tubuhnya dikenal dengan istilah organisme transgenik.

1. Tanaman Transgenik

Tanaman transgenik adalah tanaman yang telah mengalami perubahan susunan informasi genetik dalam tubuhnya. Tanaman transgenik ini merupakan suatu alternatif agar tanaman tahan terhadap hama sehingga hasil panen dapat melimpah. Bahkan, tanaman juga dapat direkayasa agar mampu membunuh hama yang menyerang tumbuhan tersebut. Untuk membuat suatu tanaman transgenik, pertama-tama dilakukan identifikasi atau pencarian gen yang akan menghasilkan sifat tertentu (sifat yang diinginkan).



Gambar 12.6 Contoh-contoh tanaman transgenik
 Sumber: <http://www.slideplayer.biz.tr/>

Gen yang diinginkan dapat diambil dari tanaman lain, hewan, cendawan, atau bakteri. Setelah gen yang diinginkan didapat maka dilakukan perbanyakan gen yang disebut dengan istilah kloning gen. Pada tahapan kloning gen, DNA asing akan dimasukkan ke dalam vektor kloning (agen pembawa DNA), contohnya plasmid (DNA yang digunakan untuk transfer gen).

Kemudian, vektor kloning akan dimasukkan ke dalam bakteri sehingga DNA dapat diperbanyak seiring dengan perkembangbiakan bakteri tersebut. Apabila gen yang diinginkan telah diperbanyak dalam jumlah yang cukup maka akan dilakukan transfer gen asing tersebut ke dalam sel tumbuhan yang berasal dari bagian tertentu, salah satunya adalah bagian daun. Transfer gen ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu metode senjata gen, metode transformasi DNA yang diperantarai bakteri *Agrobacterium tumefaciens*, dan elektroporasi (metode transfer DNA dengan bantuan listrik).

Beberapa tanaman transgenik telah diaplikasikan untuk menghasilkan tiga macam sifat unggul, yaitu tahan hama, tahan herbisida, dan buah yang dihasilkan tidak mudah busuk.

2. Hewan Transgenik

Selain tumbuhan transgenik, juga ada hewan-hewan transgenik. Pada awalnya hewan transgenik merupakan bahan penelitian para ilmuwan untuk menemukan jenis penyakit yang menyerang hewan tertentu dan cara penanggulangannya. Perkembangan selanjutnya, penerapan teknologi rekayasa genetik pada hewan bertujuan untuk menghasilkan hewan

ternak yang memproduksi susu dan daging yang berkualitas, ikan yang cepat besar dan mengandung vitamin tertentu, dan sebagainya.



Gambar 12.7 Contoh-contoh hewan transgenik

Sumber: <http://www.guruipa.com/>

Bioteknologi modern mempunyai peranan penting dalam bidang kedokteran sehingga semakin menonjol setelah adanya penelitian dan penerapan ilmiah. Bioteknologi modern dibidang kedokteran hampir sama dengan di bioteknologi konvensional tetapi hasilnya jauh lebih banyak dan lebih terjamin menggunakan bioteknologi modern karena dibantu oleh alat-alat canggih lainnya misalnya pembuatan antibodi monoklonal, vaksin, antibiotika, dan hormon.