

## Pembelajaran 11: Bioteknologi

---

Sumber: Modul PPG (Pendidikan Profesi Guru)

Modul 6. Bioteknologi

Penulis: Eko Prasetya, M. Sc, dkk

### A. Kompetensi

Setelah mempelajari materi ini diharapkan peserta menguasai kompetensi sebagai berikut :

1. Memahami pengertian dan prinsip-prinsip bioteknologi.
2. Memahami perkembangan bioteknologi.
3. Memahami peranan mikroorganisme dalam bioteknologi.

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah melaksanakan pembelajaran, guru dapat menunjukkan beberapa indikator tentang Bioteknologi berikut ini.

1. Menjelaskan pengertian bioteknologi.
2. Menjelaskan prinsip-prinsip dasar bioteknologi.
3. Menjelaskan fase perkembangan bioteknologi.
4. Menjelaskan peranan mikroorganisme dan bioteknologi konvensional

### C. Uraian Materi

#### 1. Pengertian bioteknologi

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat dipengaruhi oleh berkembangnya ilmu bioteknologi. Bioteknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat dalam kurun waktu 20 tahun terakhir. Perkembangan bioteknologi sejalan dengan tingginya kebutuhan hidup manusia yang tidak sebanding dengan produksi yang memenuhi kebutuhan tersebut. Pada negara maju, bioteknologi mendapat perhatian yang sangat serius dan dikembangkan oleh pemerintah secara intensif untuk memenuhi kebutuhan manusia maupun untuk produksi industri. Bidang utama yang menjadi perhatian dalam pengembangan bioteknologi adalah pangan, farmasi, pengolahan limbah, dan rekayasa genetika.

Pengembangan ilmu bioteknologi bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup manusia.

Bioteknologi merupakan pemanfaatan sistem kehidupan dan organisme untuk mengembangkan dan menciptakan produk baru untuk menghasilkan atau memodifikasi produk atau proses dengan tujuan memperoleh produk yang lebih baik dari segi kualitas maupun kuantitas serta singkat dalam waktu produksi. Bioteknologi berasal dari kata *Bios* yang artinya hidup, *teuchos* yang artinya alat, dan *logos* yang artinya hidup sehingga bioteknologi dapat diartikan sebagai cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup maupun produk dari makhluk hidup dalam proses produksi barang dan jasa untuk meningkatkan kesejahteraan umat manusia.

Primrose mengartikan bioteknologi sebagai penerapan prinsip-prinsip biologi, biokimia, dan rekayasa dalam mengolah suatu bahan dan jasa memanfaatkan organisme hidup dan komponennya untuk menghasilkan barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia. *Office of Technical Assistance* (OTA), Amerika Serikat menyatakan bioteknologi sebagai teknik pendayagunaan organisme hidup atau bagian dari organisme tersebut untuk membuat atau memodifikasi produk guna meningkatkan atau memperbaiki sifat tanaman atau hewan. *European Federation of Biotechnology* menyatakan bahwa bioteknologi merupakan integrasi dari ilmu pengetahuan alam dan ilmu rekayasa dengan tujuan meningkatkan aplikasi organisme hidup, sel, atau bagian dari organisme hidup untuk menghasilkan barang dan jasa. Pengertian bioteknologi kemudian berkembang sejak penemuan metode pembuatan DNA rekombinan dan fusi sel sehingga mengarah ke proses bioteknologi modern. *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) mendefinisikan bahwa teknologi merupakan penerapan prinsip pengetahuan dan rekayasa untuk penanganan dan pengolahan bahan dengan bantuan agen biologis dalam menghasilkan barang dan jasa yang mendukung pertumbuhan ekonomi.

Penggunaan istilah bioteknologi pertama kali diperkenalkan oleh ilmuwan asal Hungaria, Karl Ereky, pada tahun 1917 untuk menggambarkan interaksi biologi dan teknologi manusia dengan memanfaatkan sistem biologi serta organisme untuk mengubah bahan baku menjadi suatu produk yang berguna bagi

masyarakat. Tonggak sejarah bioteknologi modern dimulai sejak tahun 1928 sejak antibiotik penisilin digunakan oleh Alexander Fleming untuk pengobatan penyakit kulit yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* hingga pada tahun 1940 penisilin digunakan untuk mengobati infeksi pada manusia. Tahun 1950, antibiotik berhasil ditemukan pada beberapa strain bakteri sehingga produksi skala besar mulai dilakukan untuk mendapatkan berbagai antibiotik untuk kepentingan pengobatan.

## **2. Prinsip-prinsip dasar bioteknologi**

Bioteknologi merupakan ilmu multidisiplin yang melibatkan berbagai disiplin ilmu seperti biologi, kimia, biokimia, molekular, genetika, imunologi, dan mikrobiologi. Ruang lingkup bioteknologi sangat luas sehingga untuk mempermudah pembagian bioteknologi, para ilmuwan membagi bioteknologi menjadi bioteknologi merah, hijau, putih, dan biru,

*Bioteknologi merah* merupakan cabang ilmu bioteknologi yang mempelajari aplikasi bioteknologi pada bidang medis mencakup tindakan pencegahan, diagnosis, dan pengobatan suatu penyakit. *Bioteknologi hijau* berkaitan dengan aplikasi bioteknologi pada bidang pertanian dan peternakan. *Bioteknologi putih* merupakan cabang bioteknologi yang diaplikasikan pada bidang industri dengan pemanfaatan mikroorganisme atau enzim untuk memproduksi produk baru baik produk pangan maupun tidak, biomaterial, biopolimer, dan senyawa baru dalam skala industri. *Bioteknologi biru* merupakan bioteknologi yang diaplikasikan dalam bidang akuatik mencakup perairan dan kelautan seperti pemanfaatan berbagai tumbuhan laut sebagai sumber energi dan biofuel. Penggolongan bioteknologi yang terbaru adalah bidang bioinformatika. *Bioinformatika* merupakan bidang multidisiplin yang mengkaji masalah biologi menggunakan komputasi. Perkembangan bioteknologi saat ini sejalan dengan perkembangan bioinformatika. Bioinformatika memiliki peran penting dalam genomik fungsional, genomik struktural, dan proteomik yang mampu memproduksi kebutuhan penting yang bermanfaat bagi manusia.

Prinsip dasar bioteknologi adalah adanya agen biologis (mikroba, enzim, sel), pendayagunaan teknologi untuk memanipulasi DNA, produk dan jasa yang diperoleh serta penggunaan berbagai disiplin ilmu yang berkaitan dengan

produk. Para ilmuwan memberikan batasan terkait bioteknologi yaitu berkaitan dengan katalis biologi (enzim) untuk fungsi atau proses tertentu, penciptaan dengan memanfaatkan katalis, dan pemisaan atau pemurnian produk esensial atas produk yang dihasilkan.

Pemahaman prinsip dan batasan bioteknologi akan memberikan dasar konsep yang tepat dalam memahami bioteknologi untuk kepentingan manusia. Pada awalnya bioteknologi dianalogikan dengan industri yang menggunakan agen-agen mikrobiologi untuk memproduksi barang dan jasa. Dalam perkembangannya, tanaman dan hewan juga dapat dieksplorasi secara komersial. Dengan demikian ruang lingkup bioteknologi menjadi sangat luas, mencakup seluruh teknik untuk menghasilkan barang atau jasa dengan memanfaatkan sistem biologi maupun sel hidup.

### 3. Sejarah perkembangan bioteknologi

Bioteknologi telah dimulai sejak manusia mulai meningkatkan kualitas hidupnya dengan memanfaatkan agen-agen biologi. Sejarah bioteknologi sebelum era teknologi maju diawali dengan ditemukannya proses fermentasi bir dan pembuatan keju oleh masyarakat Mesir dan Sumeria pada sekitar tahun 2000 SM, kemudian berkembang pada tahun 500 SM ditemukannya jamur penghasil antibiotik pada kedelai untuk menangani infeksi. Masyarakat Mesir kuno telah mengenal pemanfaatan mikroorganisme untuk pembuatan bir, anggur, cuka, yogurt, dan lain-lain. Bahkan bangsa Yunani kuno telah melakukan proses bioteknologi dengan melakukan pemuliaan pada tanaman-tanaman dengan kualitas baik serta melakukan ternak hewan-hewan yang potensial untuk dimanfaatkan oleh manusia. Perkembangan bioteknologi kemudian semakin berkembang sejak ditemukannya mikroskop oleh ilmuwan Belanda, Zacharias Janssen, pada abad 16 dan ditemukannya sel oleh Robert Hooke dan bakteri oleh Antonie van Leeuwenhoek pada abad 17.

Penemuan vaksinasi *small pox* oleh Edward Jenner menjadi tonggak sejarah perkembangan bioteknologi di bidang kesehatan. Pada abad 19, enzim dan protein mulai ditemukan dan pada saat yang sama, salah satu bakteri penting dalam proses pengembangan antibiotik secara bioteknologi, *Escherichia coli*,

ditemukan. Suharto menemukan membagi Era perkembangan bioteknologi ke dalam 5 era yaitu:

- a. Era Pra Pasteur, sebelum tahun 1865, penggunaan teknik fermentasi menggunakan mikroorganisme untuk menghasilkan produk.
- b. Era Pasteur (1866-1940), pengembangan industri fermentasi untuk membuat etanol, butanol, asam organik serta pengolahan limbah secara aerob.
- c. Era Antibiotik (1940-1960), pembuatan penisilin yang digunakan pada saat tentara Amerika di Normandy melakukan perang dunia kedua, vaksin virus, teknologi kultur sel hewan, teknologi fermentasi media cair, dan transformasi steorid.
- d. Era Pasca Antibiotik (1960-1975), isolasi asam-asam amino, eludasi struktur DNA, protein sel tunggal, enzim, protein sel tunggal, biogas, dan teknologi DNA rekombinan.
- e. Era Bioteknologi Modern (1975-sekarang), penggunaan rekayasa genetika, zat antibodi monoklonal, produksi hormon, dan lain-lain.

Perkembangan dan kemajuan bioteknologi tidak dapat dilepaskan dari kemajuan ilmu-ilmu lainnya seperti mikrobiologi, biokimia, biologi molekuler, dan genetika. Bioteknologi modern terlahir diawali dengan inovasi para ilmuwan untuk mengembangkan teknologi DNA rekombinan. Perusahaan bioteknologi pertama di dunia, Genetech, di Amerika Serikat berhasil memproduksi protein hormon insulin rekombinan yang diintroduksi ke dalam sel bakteri *E. coli* menggunakan teknologi DNA rekombinan. Bioteknologi molekuler berperan dalam proses memanipulasi organisme pada taraf seluler dan molekuler.