

MODUL

ILMU ALAMIAH DASAR

(Pertemuan 8 Bioteknologi)

Disusun oleh:
Aries Setiawan, SE, MM

SEKOLAH TINGGI ILMU EKONOMI IGI
2020

BIOTEKNOLOGI

1.1. Sejarah Bioteknologi

Abad ke XXI sering disebut abad bioteknologi dan biomolekuler, yang diharapkan dapat memecahkan berbagai masalah berkaitan dengan kesejahteraan manusia. Bioteknologi adalah teknik penggunaan makhluk hidup, atau bahan yang didapat dari makhluk hidup, untuk membuat suatu produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia. Perkembangan ilmu selanjutnya membawa manusia mengenal kromosom. Pada awal tahun 1880-an Wilhelm Roux memperkirakan bahwa kromosom adalah pembawa bahan hereditas. Ahli lain, Mendel mempelajari perilaku kromosom sebagai pembawa bahan hereditas ini. Menurut Mendel, organisme membawa dua unit hereditas bagi setiap sifat keturunan. Selanjutnya teori Mendel sesuai juga dengan kenyataan, bahwa induk menurunkan hanya separoh separoh kromosom melalui sel kelamin.

Pada tahun 1860-an Fredrich Miescher berhasil mengisolasi bahan dari inti sel ini, setelah diidentifikasi diketahui mengandung protein dan asam nukleat. Selanjutnya diketahui bahwa asam nukleat tersusun atas unit pembangun yang dikenal dengan nukleotida. Satu nukleotida terdiri dari gula (ribose), gugus fosfat dan empat macam basa nitrogen. Untuk kromosom, gulanya adalah deoksiribosa, sehingga disebut DNA (deoxyribose nucleic acid), dan keempat macam basanya adalah adenin (A), timin (T), sitosin (C) dan guanin (G). Untaian DNA ini selanjutnya dikenal dengan gen.

1.2. Pengertian Bioteknologi

Istilah bioteknologi pertama kali dikemukakan oleh **Karl Ereky**, seorang insinyur Hongaria pada tahun 1917 untuk mendeskripsikan produksi babi dalam skala besar dengan menggunakan bit gula sebagai sumber pakan. Pada perkembangannya sampai pada tahun 1970 bioteknologi selalu berasosiasi dengan rekayasa biokimia (*biochemical engineering*).

Definisi bioteknologi apabila dapat dilihat dari akar katanya berasal dari “**bio**” dan “**teknologi**” maka kalau digabung pengertiannya adalah penggunaan organisme atau sistem hidup untuk memecahkan suatu masalah atau untuk menghasilkan produk yang berguna.

Pada tahun 1981, Federasi Bioteknologi Eropa mendefinisikan bioteknologi sebagai berikut, bioteknologi adalah aplikasi terpadu biokimia, mikrobiologi, dan rekayasa kimia dengan

tujuan untuk mendapatkan aplikasi teknologi dengan kapasitas biakan mikroba, sel, atau jaringan di bidang industri, kesehatan, dan pertanian. Sedangkan menurut **Sardjoko** (1991), bioteknologi didefinisikan sebagai proses-proses biologi oleh mikroorganisme yang dimanfaatkan oleh dan untuk kepentingan manusia.

1.3 Bioteknologi Konvensional dan Modern

Penerapan bioteknologi sudah dilakukan sejak 6000 SM di Mesir dengan penggunaan ragi untuk pembuatan anggur dan bir. Kemudian, pada tahun 4000 SM ditemukan bahwa ragi dapat menyebabkan roti mengembang. Sedangkan, produk-produk lain yang mengikutinya ialah kecap, brem, keju dan yoghurt. Bioteknologi yang dikembangkan hanya berdasarkan kebiasaan masyarakat secara turun menurun disebut sebagai bioteknologi tradisional atau konvensional. Sasaran utama bioteknologi konvensional adalah produk-produk makanan sedang teknologi yang dikembangkan teknologi fermentasi ragi dalam kondisi nonsteril. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan makanan bagi masyarakat.

Produk-produk pada tahap bioteknologi modern adalah pembuatan insulin dengan menggunakan bakteri *Escherichia coli*, sampai dilahirkan domba kloning Dolly 5 Juli 1996 dan terakhir tahun 2003 telah dilahirkan manusia kloning.

1.4 Bioteknologi Pertanian dan Perkebunan

a. Tanaman Tahan Antibiotik Kanamisin

Rekayasa genetika di bidang tanaman pertanian dilakukan dengan mentransfer gen asing ke dalam tanaman. Teknologi yang dikembangkan adalah teknologi plasmid. Plasmid dan bakteri *Agrobacterium tumefaciens* yang sudah disisipi gen asing yang resisten terhadap antibiotik kanamisin (plasmid hasil rekayasa) dibiakkan agar menduplikasikan diri, baru kemudian disisipkan pada kromosom tumbuhan. Pada kromosom tumbuhan transgenik sekarang sudah mempunyai sifat resisten terhadap antibiotik kanamisin sehingga mampu tumbuh dan berkembang dengan baik.

b. Tanaman Penghasil Pestisida

Rekayasa genetika lainnya pada tanaman pertanian dapat dilakukan pada tumbuhan kapas dengan menyisipkan gen dari *Bacillus thuringiensis*. Gen yang disisipkan mempunyai sifat dapat membunuh larva dari berbagai insekta. Gen bakteri ini mengkode protein Cry, di mana protein Cry yang diproduksi oleh tanaman akan dapat menghasilkan racun di dalam saluran

pencernaan Insekta. Gen dari bakteri ini dapat dikloning dari plasmidnya dan ditransfer ke tanaman, sehingga tanaman transgenik yang dihasilkan menjadi kebal terhadap serangan insekta. Dengan demikian gen yang disisipkan pada tanaman kapas akan menghasilkan racun yang dapat membunuh Insekta ordo Lepidoptera. Selain dari plasmid *Bacillus thuringiensis* gen penghasil protein Cry yang berfungsi sebagai pestisida biologi dapat juga dikloning dari bakteri *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli*.

c. Tanaman Transgenik di Indonesia

Rekayasa genetika dapat dilakukan pada berbagai jenis tanaman, dan menghasilkan tanaman dengan variasi gen yang terpola sesuai yang dikehendaki manusia. Tanaman yang demikian disebut tanaman transgenik. Tanaman transgenik telah dikembangkan di Indonesia.

Keberadaan tanaman transgenik di Indonesia ternyata terus berkembang pesat melalui pusat-pusat penelitian dan karantina tanaman.

1.5 Bioteknologi Makanan

Sejak Louis Pasteur (1857) menemukan bahwa fermentasi (peragian) anggur merupakan kegiatan yang dilakukan oleh mikroorganisme, maka penggunaannya dalam bidang makanan dan minuman semakin berkurang. Jenis-jenis makanan/minuman fermentasi jumlahnya banyak sekali.

1. Keju

Keju dibuat dari bahan dasar berupa susu. Susu dipanaskan hingga terbentuk dadih. Dadih dapat terbentuk dari protein kasein yang terdapat dalam susu dengan bantuan enzim rennin dalam kondisi asam. Kondisi asam muncul akibat aktivitas bakteri asam laktat (anaerob) yang mengubah laktosa dalam susu menjadi asam laktat. Bakteri asam laktat yang dibiakkan pada media keju selain berfungsi menciptakan suasana, juga dapat memberikan cita rasa yang khas serta bau harum pada keju.

2. Mentega

Mentega dibuat dengan bahan dasar susu (krim atau kepala susu) dengan menggunakan cara bakteri asam laktat yaitu *Streptococcus lactis* dan *Leuconostoc cremoris*. Proses pembuatan mentega diawali dengan penanaman (inokulasi) bakteri asam laktat pada susu skim. Bakteri ini memfermentasikan susu skim dalam waktu minimal 12

jamdan akan menjadi asam laktat dan diasetil.Langkah selanjutnya adalah mendinginkan susu (dimasukkan lemari es) kemudian dibungkus (*packing*).

3.Yoghurt

Yoghurt dibuat dari bahan dasarsusu yang telah dipasteurisasi dan dipisahkan bagian lemaknya.Seperti keju,produksi yoghurt juga melibatkan kelompok bakteri asam laktat,terutama *Lactobacillus bulgaricus*,*Lactobacillus thermophilus*,dan *Streptococcus thermophilus*.Bakteri ini ditambahkan ke dalam susu dan dieramkan pada suhu 45C selama 5 jam.Dalam kurun waktu tersebut akan terjadi penurunan pH sampai 4,0. Kemudian,simpan dalam lemari es untuk menghentikan fermentasi lebih lanjut.Bila perlu dapat ditambahkan buah-buahan dan cita rasa lainnya sesuai dengan selera.

4.Protein sel tunggal

Tujua fermentasi dalam pembuatan PST (Protein Sel Tunggal) terutama untuk menghasilkan biomassa yang bergizi tinggi dan relative murah.Sifat-sifat yang harus dimiliki mikroorganisma sebagai sumber PST sebagai berikut.

- a. Mudah dicerna
- b.Bergizi tinggi
- c. Cita rasanya baik
- d. Kecepatan tumbuh tinggi
- e. Sistem fermentasi sederhana
- f. Bila dimakan tidak berbahaya
- g. Cara pembenihannya murah dan mudah
- h. Sangat efisien dalam penggunaan organism
- i. Mempunyai daya tarik secara ekonomi

5. Makanan Probiotik dan Prebiotik

Makanan probiotik adalah makanan yang mengandung mikroorganisme yang tidak merugikan bagi tubuh,apabila dikonsumsi justru akan menjaga keseimbangan

mikroorganisme pada saluran pencernaan. Contoh makanan ini adalah yakult, yogurt, dan makan sejenisnya.

Makanan prebiotik adalah makanan yang mengandung serat yang akan menjadi sumber makanan bagi organisme probiotik yang terdapat dalam tubuh manusia, sehingga pertumbuhan mikroorganisme probiotik dapat berlangsung dengan baik dan menggeser mikroorganisme yang tidak menguntungkan bagi tubuh. Contoh makanan ini adalah nata de coco, vegeta, dan agar-agar.

1.6 Bioteknologi Peternakan

Biologi di bidang peternakan melibatkan agen biologi berupa hewan ternak dan mikroorganisme. Teknologi yang dikembangkan berupa rekayasa genetika, dimana untuk pembuatan hormon pertumbuhan dilakukan dengan teknik hibridoma dan pembuatan vaksin sedang tujuannya untuk memperoleh vaksin dan hormone yang dapat meningkatkan produktivitas hewan ternak.

1. Vaksin Hewan

Vaksin pada dunia hewan yang diproduksi dengan teknik rekayasa genetika hampir sama dengan vaksin pada manusia. Macam vaksin pada hewan hasil rekayasa genetika adalah sebagai berikut.

- a. Vaksin penyakit mulut dan kuku (PMK/FMD) dibuat dari virus anti PMK yang dikloning ke *E-coli* sehingga diperoleh antigen PMK dalam jumlah besar.
- b. Vaksin Rabies, yang diproduksi dengan teknik rekayasa genetika.
- c. Vaksin Blue tongue, yang dikhususkan pada domba.
- d. Vaksin white diarrhea, yang dikhususkan pada babi.
- e. Vaksin Fish-fibrosis, vaksin yang diperuntukkan bagi ikan.

2. Hormon Pertumbuhan

Selain vaksin teknologi rekayasa genetika di bidang peternakan, juga dihasilkan hormon pertumbuhan untuk ternak, yaitu sebagai berikut.

a. rBST (Recombinant Bovine Somatotropine Hormone), sintesis Rbst dengan menggunakan gen hipofisis yang dikloning ke dalam bakteri E.colli, langkahnya sama dengan sintesis insulin. Hormone ini tersusun atas 1919 asam amino dan dapat dikemas dalam suntukan yang dapat diberikan setiap 14 atau 28 hari sekali. Hormone ini dapat meningkatkan produksi susu 15-40% dan memperpanjang masa laktasinya.

b. Rpst (Recombinant Porcine Somatotropine Hormone), hormone ini tersusun atas 191 asam amino, diberikan paroral pada babi dan berfungsi untuk meningkatkan berat badan, mengefisienkan penggunaan pakan serta meningkatkan kandungan protein dan mengurangi kandungan lemak.

1.7 Bioteknologi Lingkungan

Bioteknologi lingkungan dan pertambangan melibatkan agen biologi yang berupa tumbuhan dan mikroorganisme dengan pengembangan teknologi bioremediasi (Fitoremediasi dan biofilter) dan rekayasa genetika. Tujuannya untuk menghasilkan tumbuhan mikroorganisme transgenic yang mampu mengatasi sumber-sumber pencemaran lingkungan.

1. Biodegradasi Plastik

plastik yang oleh masyarakat dianggap mempunyai lebih banyak keunggulan dibandingkan dengan bahan lainnya sebagai pembungkus maupun sebagai bahan pembuat perabot rumah tangga, ternyata tersusun atas bahan-bahan seperti polisterin, polietilin, dan polivinil chloride, serta polipropilin yang mempunyai sifat susah diuraikan oleh mikroba yang ada di dalam tanah. Tetapi untuk kelompok plastik yang lentur masih dapat dibiodegradasi oleh bakteri *Clasdoporium resinae*.

2. Biodegradasi Minyak Buangan

Tumpahan minyak mentah di laut menjadi masalah yang cukup serius pada ekosistem laut. Minyak mentah ini bersifat sangat resisten terhadap bakteri pengurai. Namun, ditemukan jamur *Cladosporium resinae* dan beberapa bakteri dari genus *Pseudomonas* dapat memakan minyak mentah untuk dibiodegradasikan.

3. Detoksifikasi Air Raksa Pencemar

Detoksifikasi racun dari logam berat seperti air raksa organik dapat digunakan tanaman transgenic *Arabidopsis thaliana* yang menghasilkan gen bersifat detoksifikasi air raksa (merkuri) organik, sehingga tidak membahayakan hewan dan manusia. Pencemaran air raksa organik banyak dijumpai pada pantai di Negara-negara industri, polutan ini sangat beracun bagi manusia dan hewan bahkan dapat menyebabkan mutasi gen (bersifat karsinogenik).

1.8 Kloning

Secara harfiah, kata “klon” (Yunani: klon, klonos) berarti cabang atau ranting muda. Kloning berarti proses pembuatan (produksi) dua atau lebih individu (makhluk hidup) yang identik secara genetik.” Kloning organisme sebenarnya sudah berlangsung selama beberapa ribu tahun lalu dalam bidang hortikultura. Tanaman baru, misalnya, dapat diciptakan dari sebuah ranting. Dalam dunia hortikultura (dunia perkebunan), kata “klon” masih digunakan hingga abad ke-20.

Manfaat	Rekayasa	Genetika
a. Meningkatnya derajat kesehatan manusia, dengan diproduksinya berbagai hormone manusia seperti insulin dan hormone pertumbuhan.		
b. Tersedianya bahan makanan yang lebih melimpah.		
c. Tersedianya sumber energy yang terbaharui.		
d. Proses industry yang lebih murah.		
e. Berkurangnya polusi		

2.1 Kultur Jaringan

Kultur jaringan merupakan salah satu cara perbanyakan tanaman secara vegetatif. Kultur jaringan merupakan teknik perbanyakan tanaman dengan cara mengisolasi bagian tanaman seperti daun, mata tunas, serta menumbuhkan bagian-bagian tersebut dalam media buatan secara aseptik yang kaya nutrisi dan zat pengatur tumbuh dalam wadah tertutup yang tembus cahaya sehingga bagian tanaman dapat memperbanyak diri dan bergenerasi menjadi tanaman lengkap. Prinsip utama dari teknik kultur jaringan adalah perbanyakan tanaman dengan menggunakan bagian vegetatif tanaman menggunakan media buatan yang dilakukan di tempat steril.

2.2 Manfaat Bioteknologi

Secara umum bioteknologi dikembangkan untuk kesejahteraan umat manusia. Meningkatnya populasi manusia dan menipisnya Sumber Daya Alam yang ada membuat manusia mau tidak mau harus menciptakan sesuatu yang baru yang dapat dengan cepat diperoleh dengan meminimalisir dampak negatif yang mungkin timbul. Pemanfaatan Bioteknologi bagi kehidupan manusia diantaranya digunakan dalam bidang:

1. Pertanian
2. Kesehatan
- Lingkungan

a. Bidang Pertanian

Di bidang pertanian, bioteknologi diantaranya berperan dalam:

1. Pembentukan tumbuhan tahan hama
2. Pembuatan tumbuhan yang mampu menambat nitrogen
3. Mengendalikan serangga perusak tanaman budidaya
4. Pembiakan tanaman unggul tahan hama
5. Mengatasi produksi bibit yang sama dalam jangka waktu singkat
6. Mengatasi terbatasnya lahan pertanian

b. Bidang Kesehatan

Dalam bidang kesehatan, baik bioteknologi konvensional maupun bioteknologi modern memiliki peranan yang sangat besar. Melalui bioteknologi, berbagai produk obat-obatan, vaksin, antibodi dan hormon ditemukan, misalnya penisilin dan hormon insulin. Beberapa penyakit menurun atau kelainan genetik dapat disembuhkan dengan cara menyisipkan gen yang kurang pada penderita, cara ini dikenal dengan istilah *terapi gen*

c. Bidang lingkungan

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu isu global yang marak dibicarakan saat ini. Tingginya tingkat pencemaran akan berdampak serius terhadap kelangsungan hidup umat manusia.

Di bidang lingkungan, bioteknologi diantaranya berperan dalam:

1. Menghasilkan energi berupa bahan bakar yang ramah lingkungan, misalnya etanol dan biogas (gas metana)
2. Pengolahan berbagai macam limbah, misalnya limbah industri, limbah plastik dan pencemaran air yang disebabkan oleh minyak melalui bioremediasi.

2.3 Kerugian Bioteknologi

Bioteknologi (pemanfaatan prinsip-prinsip ilmiah dengan menggunakan makhluk hidup untuk menghasilkan produk dan jasa guna kepentingan manusia), terutama rekayasa genetika, pada awalnya diharapkan dapat menjelaskan berbagai macam persoalan dunia seperti: polusi, pertanian, penyakit dan sebagainya. Akan tetapi dalam kenyataannya juga menimbulkan dampak yang membawa kerugian. Bagaimana dampak penerapan bioteknologi?

1. Dampak terhadap Lingkungan

Pelepasan organisme transgenik (berubah secara genetik) ke alam bebas dapat menimbulkan berupa pencemaran biologi yang dapat lebih berbahaya daripada pencemaran kimia dan nuklir.

Dengan keberadaan rekayasa genetika, perubahan genotipe tidak terjadi secara alami sesuai dengan dinamika populasi, melainkan menurut kebutuhan pelaku bioteknologi itu. Perubahan drastis ini akan menimbulkan bahaya, bahkan kehancuran. “Menciptakan” makhluk hidup yang seragam bertentangan dengan prinsip di dalam biologi sendiri, yaitu keanekaragaman.

2. Dampak terhadap Kesehatan

Produk rekayasa di bidang kesehatan dapat juga menimbulkan masalah serius. Contohnya adalah penggunaan insulin hasil rekayasa telah menyebabkan 31 orang meninggal di Inggris. Tomat Flavr Savr diketahui mengandung gen resisten terhadap antibiotik. Susu sapi yang

disuntik dengan hormon BGH disinyalir mengandung bahan kimia baru yang punya potensi berbahaya bagi kesehatan manusia.

3. Dampak di Bidang Sosial Ekonomi

Beragam aplikasi rekayasa menunjukkan bahwa bioteknologi mengandung dampak ekonomi yang membawa pengaruh kepada kehidupan masyarakat. Produk bioteknologi dapat merugikan petani kecil. Penggunaan hormon pertumbuhan sapi (bovine growth hormone : BGH) dapat meningkatkan produksi sapi sampai 20% niscaya akan menggusur peternak kecil. Dengan demikian bioteknologi dapat menimbulkan kesenjangan ekonomi.