

BAB V

TEKNOLOGI REPRODUKSI DAN BIOTEKNOLOGI

Apa yang akan dipelajari?



- Apakah teknologi reproduksi itu?
- Apa dampak teknologi reproduksi terhadap kesejahteraan masyarakat?
- Tahukah kamu tentang produk bioteknologi konvensional?
- Apa manfaat bioteknologi?
- Apa dampak penerapan bioteknologi sederhana
- Bagaimanakah cara membuat produk bioteknologi sederhana/



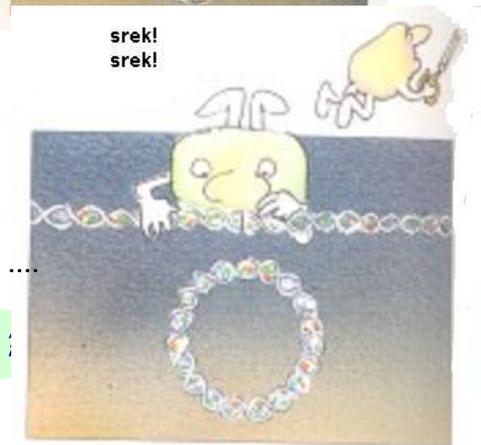
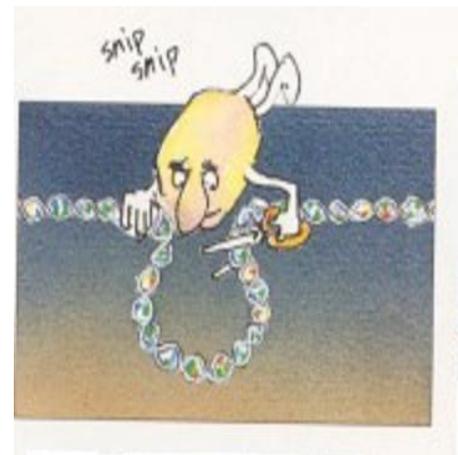
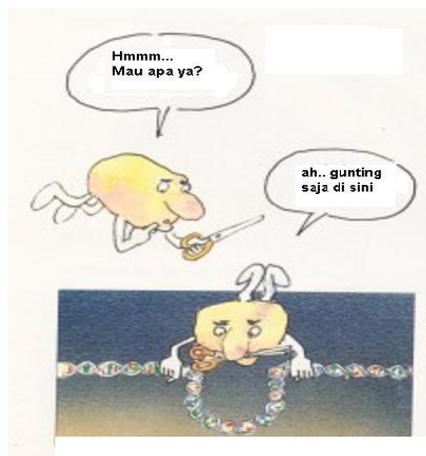
Domba Dolly: produk rekayasa genetika

Akhir-akhir ini kita sering mendengar istilah rekayasa genetika dan bioteknologi. Mungkin kamu masih ingat domba hasil rekayasa genetika beberapa tahun silam. Keberhasilan ini merupakan suatu revolusi dalam rekayasa genetika. Munculnya bibit-bibit unggul dalam bidang pertanian dan peternakan juga merupakan suatu proses bioteknologi. Bioteknologi sebenarnya sudah lama dikenal, pembuatan tempe, oncom, yoghurt, bir adalah contoh bioteknologi.

5.1. Peran rekayasa reproduksi dalam menghasilkan spesies baru

Rekayasa reproduksi atau dikenal juga sebagai rekayasa genetika, merupakan suatu pengembangan teknologi dengan menggunakan gen yang telah mengalami perubahan genetik. Teknologi ini disebut pula teknologi rekombinan DNA. DNA (*Deoxyribose Nucleic Acid* atau Asam deoksi-ribonukleat/ ADN) adalah gen yang terdapat di dalam kromosom (lihat bab IV). Teknologi rekombinan DNA ini digunakan untuk merekayasa gen-gen dari suatu sel untuk kebutuhan praktis dalam upaya meningkatkan kesejahteraan manusia. Teknik yang digunakan adalah menggabungkan atau menyambung segmen-segmen DNA dari beberapa sel ke dalam sel bakteri. Teknologi rekombinan DNA ini ditemukan oleh McClintock tahun 1983, dan beliau menerima hadiah nobel untuk temuannya.

Prosesnya sangat rumit, namun dapat dijelaskan bahwa sel prokariot atau eukariot mempunyai segmen DNA dari kromosom, yang disebut transposon. Transposon dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain di dalam kromosom, karena pada segmen kromosom tersebut dihasilkan enzim yang dapat menggantung transposon sehingga transposon dapat berpindah ke lokasi lain dalam kromosom. Secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut:



Kadang-kadang enzim
.... lalu enzim itu
pemotong, salah sasaran lalu
menggungungnya pada
tiba pada segmen DNA yang
lokasi tertentu
mengandung beberapa gen...

... Segmen putus, lepas, lalu bergulung membentuk lingkaran. Kemudian enzim lainnya akan merekatkan ujung potongan hingga menyambung kembali Potongan segmen DNA yang berbentuk lingkaran tersebut akan pindah ke lokasi lain dalam kromosom

Gb. 5.1. Ilustrasi tentang pergerakan transposon (Adaptasi dari; Hoagland and Dodson, 1995)

Temuan ini kemudian melahirkan berbagai gagasan dan eksperimen untuk menghasilkan berbagai produk rekayasa genetika melalui teknologi rekombinan DNA yaitu teknologi rekayasa genetika melalui penyisipan DNA dari sel lain. Akhir-akhir ini kita sering mendengar nama tanaman “kapas transgenik” Pada tanaman kapas ini disisipkan gen melalui metode konvensional berupa transformasi DNA. Gen asing disisipkan ke dalam DNA tanaman kapas, sehingga sel-sel yang membangun serbuk sari tanaman transgenik mempunyai DNA yang telah tersisipi gen asing. Bila serbuk sari tanaman transgenik menyebar ke tanaman lain yang nontransgenik melalui serangga atau angin, maka terjadilah penyerbukan silang. Hasilnya adalah biji tanaman nontransgenik menjadi seperti tanaman transgenik.

Teknik kloning. Tahun 1997, Ian Wilmut dan Keith Campbell, peneliti dari Institut Roslin Skotlandia berhasil ‘menciptakan’ seekor domba yang dinamai “Dolly”. Dolly lahir bukan dari hasil perkawinan, melainkan dari teknik ‘kloning’. Klon adalah sekelompok organisme yang dihasilkan secara tak kawin (aseksual), berasal dari induk yang sama, yang mempunyai susunan dan jumlah gen yang sama. Genotip maupun fenotipnya sama. Klon penting untuk menghasilkan hewan dan tanaman unggul. Wilmut dan Campbell berhasil membuat klon domba dengan sel donor dari kelenjar susu induk domba berbulu putih yang telah berumur 6 tahun. Sel telurnya diambil dari domba betina jenis *blackface* yang mukanya berbulu hitam, kemudian sel telur ini ditanamkan ke dalam rahim domba *blackface*. Dolly berfenotip normal. Kelahiran Dolly menggemparkan dunia ilmiah. Badannya gemuk dan cepat besar. Beberapa tahun setelah itu, Dolly, mamalia pertama yang lahir melalui teknologi kloning disuntik mati karena menderita berbagai penyakit yang sulit disembuhkan. Dolly mati pada usia 6 tahun, sementara usia rata-rata domba adalah 12 tahun. Dolly tidak dapat digembalakan secara bebas seperti domba-domba lain, ia harus selalu terlindung dalam kandang yang bersih. Mudah sakit, seperti domba yang

sudah tua. Akhirnya karena dikhawatirkan penyakitnya menulari domba-domba lainnya, maka ia disuntik mati,

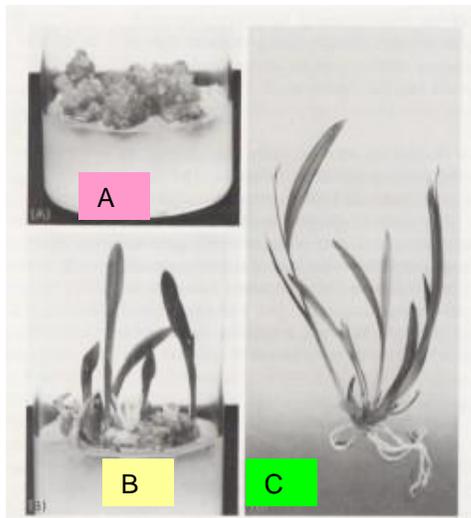
Mengapa Dolly menderita berbagai penyakit? Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur tulang dan organ-organ lainnya terlalu tua untuk domba



seusianya, karena sel kloning terlalu 'tua'. Dolly mengalami "penuaan dini". Ketika Dolly lahir, sel-sel dan organ tubuhnya sebenarnya sudah berumur "6 tahun" karena diambil dari induk berumur 6 tahun. Harapan untuk menggunakan teknik kloning untuk tujuan pengobatan pupus. Masih diperlukan penelitian lain untuk menyempurnakannya.

Gb. 5.2. Domba "Dolly"

Kultur jaringan. Prinsip dasar kultur jaringan mirip dengan pembiakan vegetatif buatan yaitu menyetek. Bila bagian tubuh tanaman dipotong dan ditanam dalam kondisi yang sesuai, maka potongan ini dapat menjadi individu baru. Pada kultur jaringan setiap potongan diperbanyak lagi hingga dihasilkan potongan-potongan tipis yang jumlahnya sangat banyak. Pada tumbuhan terdapat hormon auksin dan sitokinin. Dengan menambah hormon tumbuh pada kulturnya, maka sel-sel jaringan tersebut tersebut akan membelah, membentuk



gumpalan massa sel-sel halus yang disebut kalus (A). Kalus kemudian ditumbuhkan menjadi individu baru dengan menambahkan hormon-hormon tertentu (B). Teknik kultur jaringan merupakan sarana perbanyakan melalui perkembangbiakan vegetatif yang menghasilkan keturunan yang sama persis dengan induknya, Keturunannya disebut klon. Turunan baru kelak dikembangkan melalui teknik hidroponik (C).

Gb. 5.3. Kultur jaringan (Albert et. Al. 1989)

5.2. Dampak rekayasa reproduksi untuk kesejahteraan masyarakat

Penggunaan kapas transgenik di negara kita masih mengundang pro dan kontra. Para ahli lingkungan mencemaskan kemungkinan terjadinya gangguan keseimbangan lingkungan akibat penggunaan bibit transgenik. Di atas telah dijelaskan bagaimana proses pembuatan bibit transgenik. Ada kekhawatiran gen transgenik dapat menyebar melalui serbuk sari pada tanaman lain, dan menjadi gen asing bagi tanaman tersebut. Namun demikian, penelitian terus dilakukan untuk menciptakan tanaman transgenik ramah lingkungan.

Ada tiga jenis DNA yang mengandung informasi genetik tanaman, yaitu DNA inti, DNA mitokondria, dan plastid. Plastid adalah DNA yang terdapat di dalam organel plastida yang merupakan molekul DNA rantai ganda dan berbentuk lingkaran.

Pada tanaman berbiji tertutup (Angiosperma) kloroplas diturunkan melalui induk betina kepada generasi berikutnya, karena DNA plastida induk jantan mengalami degradasi pada waktu pembentukan serbuk sari. Jadi zigot yang terbentuk menerima DNA plastida dari sel telur bukan dari serbuk sari. Oleh karena itu, serbuk sari yang menyebar dan menyerbuki bunga nontransgenik tidak lagi mengandung gen asing.

Banyak produk bioteknologi yang digunakan untuk kesejahteraan manusia, misalnya produksi vaksin hepatitis, produksi hormon insulin yang menggunakan sel bakteri sebagai 'pabrik' hormon, dan obat kanker

5.3. Produk bioteknologi konvensional dan modern

Bioteknologi adalah penggunaan mikroorganisme dan produk yang dihasilkannya memproduksi bahan makanan, minuman, enzim, antibiotika, pengelolaan limbah, dan menghasilkan energi (biogas). Proses pembuatannya ada yang memerlukan kondisi steril dan ada pula yang tidak.

Proses yang memerlukan kondisi steril misalnya pembuatan antibiotika seperti penisilin, *tetrasiklin*, dan *streptomisin*, hormon insulin dan estrogen.. Proses ini memerlukan media atau bioreaktor agar fermentasi dapat berlangsung tanpa kontaminasi dengan mikroorganisme lain

Proses yang memerlukan kondisi nonsteril adalah proses yang memerlukan fermentasi dalam keadaan terbuka sehingga memungkinkan adanya kontaminasi dengan bakteri. Misalnya proses pembuatan kompos dari sampah, proses pengolahan air limbah, dan proses pembuatan aseton, butanol, asam asetat, asam sitrat, dan asam laktat.

Dalam masyarakat kita sebenarnya bioteknologi telah lama dikenal. Proses pembuatan makanan dengan menggunakan mikroorganisme telah digunakan oleh nenek moyang kita sejak zaman dahulu. Misalnya pembuatan tempe, oncom, tape, yoghurt, tuak, arak. Di negara barat dikenal pembuatan keju, bir, dan fermentasi anggur. Proses ini menggunakan mikroorganisme tertentu secara konvensional; dan telah dikenal sejak zaman dahulu.

Bioteknologi dikembangkan untuk meningkatkan nilai tambah bahan mentah dengan memanfaatkan mikroorganisme atau bagian-bagiannya,

sehingga menghasilkan produk makanan yang lebih bermutu dari aspek gizi maupun rasa.

Tabel 5.1.
Mikroorganisme yang digunakan dalam bioteknologi konvensional

Nama mikroorganisme	Bahan mentah	Produk	Lokasi/ negara asal
<i>Rhizopus oligosporus</i> <i>Rhizopus oryzae</i>	Kedelai	Tempe	Indonesia, Suriname
<i>Aspergillus oryzae</i> <i>Aspergillus soyae</i>	Kedelai	Kecap	Indonesia Jepang
<i>Aspergillus oryzae</i>	Kedelai	Tauco	Asia
Bakteri asam laktat	Sawi hijau	Sayur asin	Meliputi seluruh dunia
<i>Rhizopus, Aspergillus</i>	Tepung beras	Ragi tape	Indonesia
<i>Neurospora crassa</i>	Bungkil kacang tanah	Oncom	Jawa Barat
<i>Streptococcus thermophyllus</i>	Susu	Yoghurt	Meliputi seluruh dunia
<i>Streptococcus sp</i>	Dadih susu	Keju masak	Meliputi seluruh dunia
<i>Penicillium roqueforti</i>	Susu	Susu	Meliputi seluruh dunia
<i>Pediococcus cereviceae</i>	Daging	Sosis	Eropa, Amerika Serikat

Tabel 5.2.
Beberapa Protein Yang Diproduksi Melalui Teknologi Rekombinan DNA

Nama	Fungsi
	1 Hormon insulin Mengontrol kadar gula darah pada penderita diabetes (sakit gula) 2 Hormon pertumbuhan 1
2	Hormon pertumbuhan Mengatasi kekerdilan akibat ketidaknormalan kerja kelenjar pituitari
3	Interferon Meningkatkan sistem kekebalan tubuh, melawan kanker, menyembuhkan rematik tulang
4	Faktor nekrosis tumor Menyerang dan membunuh sel tumor (penyembuhan penyakit kanker)
5	Vaksin protein Meningkatkan kekebalan tubuh

**Kegiatan 5.1.a Tugas proyek
Mari mencoba membuat tempe**

- Sediakan kacang kedelai ± 0,5 kg per kelompok lalu direndam semalaman, kemudian ditiriskan, lalu direbus sampai empuk
- Setelah empuk, digilas-gilas sampai kulitnya bersih, lalu direndam lagi semalaman.
- Pagi harinya ditiriskan lalu kukus sampai empuk, lalu disimpan di atas tampah.
- Setelah dingin diberi bibit tempe, yaitu buluk-buluk tempe yang dijemur kering, remas-remas sampai tercampur betul
- Bungkus kecil-kecil dengan daun pisang atau dimasukkan ke dalam kantong plastik lalu

RANGKUMAN

Setelah kita mempelajari tentang rekayasa reproduksi dan bioteknologi, marilah kita membuat rangkuman dengan menjawab pertanyaan pengarah berikut ini:

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan rekayasa reproduksi
2. Apa perbedaan antara teknik kloning dengan perkembangbiakan kawin?
3. Domba “Dolly” merupakan keberhasilan teknik kloning pada mamalia. Apa kelemahan dan keunggulan domba ini dibandingkan dengan domba biasa?
4. Apakah kultur jaringan itu?
5. Apa perbedaan antara perkembangbiakan vegetatif biasa dengan kultur jaringan?
6. Bagaimanakah dampak rekayasa reproduksi terhadap kesejahteraan masyarakat?
7. Apakah bioteknologi itu
8. Berikan beberapa contoh bioteknologi konvensional yang sudah lama dilakukan di berbagai negara
9. Berikan beberapa contoh produk bioteknologi melalui teknologi rekombinan DNA
10. Apa manfaat teknologi rekombinan DNA terhadap kesejahteraan masyarakat?

A. Soal Pilihan ganda

1. Rekayasa genetika merupakan suatu pengembangan teknologi yang ...
 - a. memanfaatkan gen yang telah mengalami perubahan genetik

- b. memanfaatkan mikroorganisma untuk industri
 - c. memanfaatkan sifat yang telah mengalami perubahan
 - d. memanfaatkan sifat unggul gen-rekombinan
2. Teknologi rekombinan DNA yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan manusia pada umumnya...
- a. menggunakan media kultur mikroba
 - b. menggunakan sel bakteri sebagai “agen”
 - c. menyambung segmen DNA dengan bakteri
 - d. menggunakan gen bakteri untuk penyembuhan
2. Tanaman ‘transgenik’ adalah tanaman yang...
- a. mendapatkan sisipan gen asing ke dalam DNA-nya
 - b. mendapat sisipan gen mikroorganisme
 - c. terbentuk melalui teknik klonning
 - d. dapat berproduksi secara luar biasa
3. Berikut ini adalah 3 jenis DNA yang mengandung informasi genetik, kecuali...
- a. DNA inti b. DNA plasma c. DNA mitokondria d. DNA plastida
4. Pembuatan kompos dan biogas merupakan proses bioteknologi yang.....
- a. Dapat dibuat dalam kondisi non steril
 - b. Dapat dibuat dalam kondisi steril
 - c. Memerlukan suatu reaktor steril
 - d. Memerlukan mikroba transgenik
5. Pembuatan hormon insulin untuk pengoibatan bagi penderita diabetes. Merupakan contoh bioteknologi yang.....
- a. menggunakan sel bakteri untuk menjadi “pabrik” insulin
 - b. menggunakan teknik kultur jaringan dalam kondisi steril
 - c. memanfaatkan jamur sebagai tempat perkembangbiakan
 - d. memanfaatkan mikroorganisme sebagai substrat

B. Soal Uraian

- 1. Mengapa dalam proses pembuatan tape, wadah harus tertutup rapat?
- 2. Apa yang terjadi bila kompos diproses dalam kondisi steril?
- 3. Mengapa domba “Dolly” hasil klonning, pada akhirnya harus ‘dimatikan’?