BIOTEKNOLOGI DALAM PANDANGAN ISLAM

OLEH

Dr. Ramadhan Sumarmin, M.Si.
Staf Pengajar Jurusan Biologi FMIPA UNP Padang

Makalah disampaikan pada:
Seminar Regional Himpunan Mahasiswa Program Studi (HMPS) Tadris Biologi
Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Batusangkar
Minggu, 14 Juni 2009

BIOTEKNOLOGI DALAM PANDANGAN ISLAM

OLEH

Dr. Ramadhan Sumarmin, M.Si.
Staf Pengajar Jurusan Biologi FMIPA UNP Padang

Makalah disampaikan pada:
Seminar Regional Himpunan Mahasiswa Program Studi (HMPS) Tadris Biologi
Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Batusangkar
Minggu, 14 Juni 2009

BIOTEKNOLOGI DALAM PANDANGAN ISLAM

A. Pendahuluan

Bioteknologi memperlihatkan suatu rangkaian yang mengagumkan dari berbagai disiplin ilmu biologi seperti mikrobiologi, biologi sel, biokimia, fisiologi hewan dan tumbuhan, imunologi, genetika serta banyak bidang ilmu lainnya. Keragaman ini semakin lengkap dengan berkembangnya ilmu di luar biologi membahas fenomena hidup, seperti ilmu fisika, kimia dan matematika, sehingga kita dapat memahami kehidupan ditingkat seluler dan molekuler.

Bioteknologi sering definisi dalam berbagai bentuk. Berikut ini dikutip contoh definisi yang sering dilakukan:

1. penerapan prinsip ilmiah dan rekayasa dalam pengolahan bahan dengan menggunakan agen biologi dalam penyediaan bahan dan barang
2. ilmu terapan yang pengendalikan kemampuan biologi alamiah mikroba, tanaman untuk kebutuhan manusia
3. merangkaikan teknologi dan sains untuk kepentingan komersial
4. aplikasi organisme, sistem atau proses untuk industri manufaktur dan jasa

Berdasarkan beberapa kutipan definisi bioteknologi di atas, sebenarnya bioteknologi terdiri dari beberapa komponen umum yaitu:

1. biologi/organisme
2. aspek pengetahuan/ilmu/science
3. teknologi
4. produksi

Tujuan akhirnya dari konsep bioteknologi tidak lain adalah untuk pemenuhan kebutuhan dan pemuasan keperluan manusia dalam arti yang seluas-luasnya. Manusia dalam hal ini diartikan luas, yaitu manusia sebagai anggota masyarakat bukan saja orang perorangan. Oleh karena itu, dalam penerapan bioteknologi diperlukan suatu teknologi (skala besar) dan berorientasi pada produksi berupa barang ataupun jasa. Produk yang dihasilkan juga haruslah memiliki aspek pemasaran atau ada yang membeli (pasar yang nyata).

Oleh karena itu bioteknologi tidak sama dengan teknik laboratorium, sehingga teknik biologi mutakhir secanggih apapun tidak mesti sama dengan bioteknologi. Sebaliknya pengetahuan alam sederhana yang dirangkai secara sistematis dalam suatu unit prosedur produksi sehingga menghasilkan produk yang dibutuhkan dan bersifat kompetitif merupakan bioteknologi dalam arti yang sesungguhnya.

B. BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL DAN MODERN

1. Bioteknologi Konvensional

Seperti yang telah disampaikan sebelumnya bahwa sesungguhnya bioteknologi merupakan bagian dari pemuas keperluan/kebutuhan manusia. Manusia (sebagai masyarakat) berlokasi pada suatu tempat/lokasi. Dalam setiap keberadaanya manusia sebagai bagian dari masyarakat selalu mengembangkan nila-nilai berupa budaya lokal Pengembangan nilai-nilai ini berdasarkan pada keperluan dan kebutuhan masyarakat di suatu lokasi tersebut, termasuk melahirkan teknologi-teknologi pemenuhan kebutuhan. Sehingga teknologi (biotek) sebenarnya adalah bagian dari budaya manusia yang lahir, tumbuh dan berkembang dalam suatu lingkungan/daerah dan sifatnya terus bergerak tidak statis.

Kensekuensi dari hal tersebut adalah bahwa tiap budaya melahirkan teknologi (termasuk biotek) pada setiap tempat dan masanya, dan ini mempengaruhi perkembangan dari bioteknologi itu sendiri. Secara umum perkembangan bioteknologi dapat dikelompokan atas bioteknologi tradisional, bioteknologi konvensional dan bioteknologi moderen.

Lahirnya teknologi-teknologi sederhana untuk mengolah dan memanfaatkan organisme/agen biologi dalam menghasilkan produk tertentu sebenarnya sudah ada sejak zaman nenek moyang kita terdahulu. Produk-produk yang dihasilkan disebut juga sebagai produk bioteknologi tradisonal. Ciri khas dari bioteknologi tradisional ini adalah, teknologi dan prosedur kerja lahir melalui proses coba-coba dan berdasarkan temuan yang tidak disengaja atau berdasarkan hasil pengamatan proses alami. Pada masa bioteknologi tradisonal ini pengembangannya belum berdasarkan landasan teori atau ilmu yang terstruktur dan sistematis, sehingga produk yang dihasilkan masih belum murni.

Dengan kemajuan ilmu pengetahuan, manusia mulai memahami fenomena alam secara ilmiah berdasarkan kajian-kajian ilmunya. Banyak ilmu yang terlibat dalam perkembangan bioteknologi konvensional ini, tapi khususnya didominasi oleh ilmu mikrobiolog, botani dan farmakologi. Peranan mikrobiologi akan memberi warna, wawasan dan cakrawala baru bagi kehidupan bioteknologi. Bahan baku biomassa yang ada, diolah menjadi produk baru yang sangat berharga.

Seperti yang disampaikan sebelumnya, pada era bioteknologi konvensional ini perkembangan produk lebih didominasi oleh produk-produk hasil metabolisme mikroorganisme melalui proses fermentasi. Walaupun fermentasi juga dapat dilakukan oleh organisme lain selain mikroba, tapi ada beberapa keunggulan dalam memanfaatkan mikroba untuk proses fermentasi ini yaitu :

1. m.ikroba dapat tumbuh cepat dan menghasilkan produk relatif tinggi
2. kandungan protein mikroba relatif tinggi (40-50% berat kering)
3. protein mikroba tertentu mengandung asam amino esensial dan vitamin
4. medium dapat berasal dari bahan yang murah

Contoh produk fermentasi mikroba yang banyak berkembang adalah :

a. Produk makanan

- ***Keju***

  Menggunakan mikroba: *Propiabacterium* (bakteri asam laktat) yang juga berperan memberi rasa dan tekstur keju

- ***Yoghurt***

  Beberapa mikroorganisme yang dapat digunakan untuk membuat yoghurt adalah. *Lactobacillus bulgaris* yang akan memberikan rasa dan aroma dan *Streptococcus thermophilus* untuk menambah keasaman susu hasil fementasi

- ***Mentega***

  Menggunakan mikroba: *Leuconostoc cremoris*

- **Roti, asinan, dan minuman ber alkohol (bir, anggur "wine", rum)**

  Menggunakan yeast *Sacharomiceter cereviceae*. Berikut ini skema umum produksi minuman beralkohol (Gambar 1)

- ***Kecap***

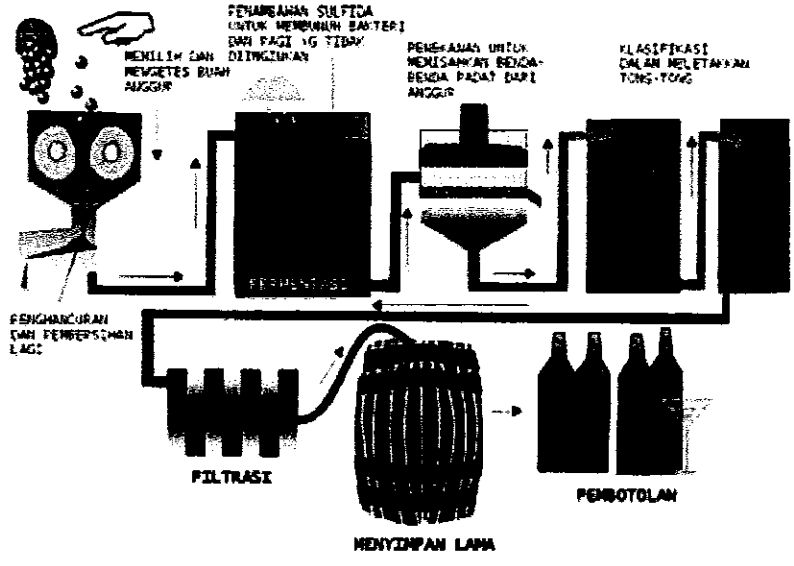
  Menggunakan Janmur *Aspergillus oryzae*

- ***Nata de Coco***

  Ditemukan bakteri yang mampu mengubah glukosa (gula sederhana/mono sakarida) menjadi suatu molekul karbohidrat komplek (polisakarida) yang dilakukan oleh *Acetobacter xilinum*. Produk yang dihasilkan dikenal juga dengan nama "nata".

- ***Cuka***

  Menggunakan *Acetobacter aseti*



Gambar 1. Proses produksi minuman beralkohol secara fermentasi

b. Bahan-bahan yang diperlukan dalam industri

- **Asam Sitrat**

  Menggunakan mikroba *Aspergillus niger,* sedangkan untuk bahan baku dapat menggunakan tetes gula serta sumber karbohidrat lainnya. Fungsi Asam Sitrat antara lain adalah: pemberi citarasa, pengemulsi susu, dan antioksidan. Secara alami kita dapat memperoleh asam ini pada tanaman jeruk.

- **Vitamin**

  Industri juga banyak memproduksi beberapa vitamin hasil metabolisme mikroba seperti vitamin B1 oleh *Assbya gossipii* dan vitamin B12 oleh *Propionibacterium* dan *Pseudomonas*

- **Enzim**

  Beberapa enzim yang dihasilkan secara industri melalui fermentasi adalah :

  a. *Amilase*

     Digunakan dalam produksi sirup, kanji, dan lain-lain

  b. *Glukosa isomerase*

     Enzim ini akan engubah amilum menjadi fruktosa.Fruktosa digunakan sebagai pemanis makanan menggantikan sukrosa. Untuk menghasilkan enzim ini dapat digunakan mikroba: *Aspergillus niger Aspergillus* oryzae dan *Bacillus subtilisb.*

  c. *Protease*

     Umumnya digunakan antara lain dalam produksi roti, bir. Protease proteolitik berfungsi sebagai pelunak daging dan campuran deterjen untukmenghilangkan noda. Produksi enzim ini menggunakan mikroba *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilisc.*

  d. *Lipase*

     Antara lain digunakan dalam produksi susu dan keju yang dapat meningkatkan cita rasa. Mikroba yang digunakan adalah: *Aspergillus niger* dan *Rhizopus sppd.*

- Asam amino esensial

  Beberapa mikroorganisme dapat memperoduksi asam amino esensial. Seperti produksi Lisin dalam jumlah besar untuk perternakan. Atau asam glutamat yang merupakan bahan utama MSG (monosodium glutamat). Kedua jenis asam amino ini dapat diperoduksi oleh mikroorganisme *Corynobacterium glutamicum.*

c. Produksi Protein sel tunggal (PST)

c. Produksi Protein sel tunggal (PST)

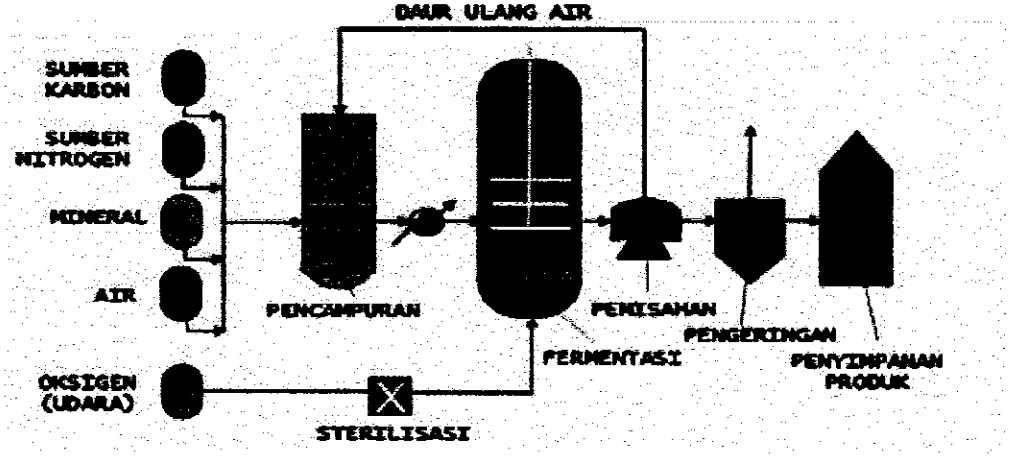
PST adalah makanan berkadar protein tinggi, berasal dari mikroorganisme. Seperti yang diketahui bahwa lebih kurang 80% berat kering mikroorganisme tersebut terdiri dari protein. Contohnya PST adalah:

- Mikoprotein dari *Fusarium*
- *Spirulina* dan *Chlorella*

Kelebihan PST adalah:

1. Kadar protein lebih tinggi dari protein kedelai atau hewan
2. Pertumbuhan cepat, sehingga dapat dihasilkan jumlah protein yang besar

Berikut ini bagan produksi PST (Gambar 2)



Gambar 2. Proses pembentukan PST

d. Produksi antibiotik

Pembuatan penisilin yang mulai digunakan pada saat pendaratan tentara Amerika di Normandi selama perang dunia II. Penemuan bahan yang bersifat sebagai antibiotik produksi mikroorganisme pertama kali di lakukan oleh Alexander Fleming, yaitu dengan menemukan bahan yang dihasilkan oleh jamur *Penicillium chrysogenum* yang kemudian disebut sebagai antibiotik Penicilin. Berikut ini beberapa antibiotik yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Tabel 1).

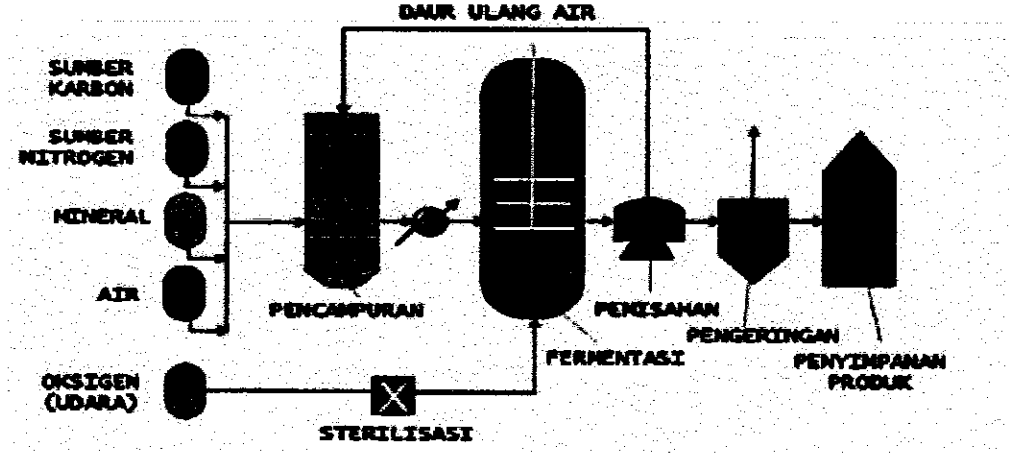
PST adalah makanan berkadar protein tinggi, berasal dari mikroorganisme. Seperti yang diketahui bahwa lebih kurang 80% berat kering mikroorganisme tersebut terdiri dari protein. Contohnya PST adalah:

- Mikoprotein dari *Fusarium*
- *Spirulina* dan *Chlorella*

Kelebihan PST adalah:

1. Kadar protein lebih tinggi dari protein kedelai atau hewan
2. Pertumbuhan cepat, sehingga dapat dihasilkan jumlah protein yang besar

Berikut ini bagan produksi PST (Gambar 2)



Gambar 2. Proses pembentukan PST

d. Produksi antibiotik

Pembuatan penisilin yang mulai digunakan pada saat pendaratan tentara Amerika di Normandi selama perang dunia II. Penemuan bahan yang bersifat sebagai antibiotik produksi mikroorganisme pertama kali di lakukan oleh Alexander Fleming, yaitu dengan menemukan bahan yang dihasilkan oleh jamur *Penicillium chrysogenum* yang kemudian disebut sebagai antibiotik Penicilin. Berikut ini beberapa antibiotik yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis mikroorganisme dengan antimikroba yang dihasilkan

Mikroorganisme	Antimicrobial
Fungi :	
Penicillium chrysogenum	Penisilin
Penicillium griseofulvin	Griseofulvin
Cephalosporium spp	Cephalosporin
Bakteri :	
Bacillus lichenoformis	Bacitracin
Bacillus polymyxa	Polymyxin
Streptomyces griseus	Streptomycin
Streptomyces aureofacien	Tetracyclin
Streptomyces mediterranei	Rifampin

e. Biogas

Penggunaan bahan bakan yang bukan bersumber dari minyak bumi saat ini merupakan salah satu usaha yang sedang serius dilakukan. Salah satu alternatifnya adalah dengan menggunakan etanol produksi mikroorganisme atau dikenal juga dengan istilah biogas. Beberapa mikroba seperti *Sacharomoces cerevisiae* mampu menggunakan proses metabolisme untuk mengubah bahan yang mengandung gula/ glukosa menjadi senyawa berakohol/etanol. Secara teori penggunaan bensin yang dicampur dengan etanol (BE 10), dapat mengurangi penggunaan BBM sebanyak 15.890 kiloliter setiap hari (Indonesia rata-rata menggunakan 158.900 kiloliter BBM per hari). Jika subsidi untuk BBM saat ini sekita Rp 2.260 per liter, maka kita akan dapat menghemat Rp 35,9 milyar (sekitar $ 3,6 juta) per harinya.

f. Mengatasi masalah pencemaran

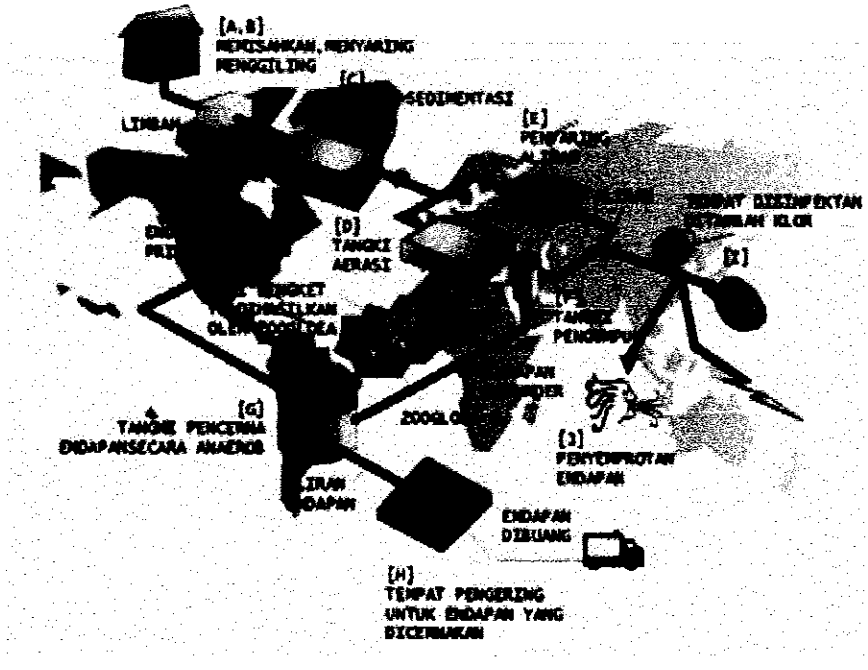
Beberapa mikroorganisme memiliki kemampuan menguraikan bahan-bahan kimia, sehingga dapat digunakan dalam mengatasi masalah pencemaran di lingkungan atau dikenal juga dengan istilah biodegragasi. Diantaranya adalah :

- Pencemaran oleh minyak.

  Strain-strain *Pseudomorms* merupakan mikroorganisme mengkonsumsi hidrokarbon, sehingga dapat digunakan dalam mengatasi pencemaran minyak

- Limbah organik dapat diuraikan oleh bakteri aerob atau anaerob

Berikut ini skema pengolahan limbah menggunakan mikroorganisme (Gambar 3).



Gambar 3. Skema pengolahan limbah

g. Kultur jaringan dan kultur sel

Disamping pemanfaatan mikroorganisme dalam menghasilkan produk-produk bioteknologi, bioteknologi konvensional juga sudah mengembangkan teknik-teknik kultur jaringan dan kutur sel. Seperti teknik kultur jaringan dilakukan untuk memuliakan /memproduksi tanaman secara cepat dan unggul. Pendekatan lain adalah dengan teknik kultur sel dihasilkan beberapa senyawa penting seperti insulin, hormon pertumbuhan dan lain-lain.

2. Bioteknologi Modern

Dari sekian banyak teknologi yang terus berkembang pesat di dunia, teknologi yang punya kemampuan untuk merevolusi kehidupan manusia, membentuk industri raksasa dan menciptakan gelombang ekonomi baru, adalah bioteknologi. "*Next great*

*entrepreneurial wave",*demikian ramalan majalah bisnis Amerika, the Red Herring (The Business of Technology) beberapa tahun yang lalu.

Dengan ditemukannya DNA sebagai materi genetik dan prkembangan pemahaman biologi sampai tingkat molekular, maka juga mempengaruhi teknik-tekni yang digunakan dalam bioteknologi. Perbedaan mendasar antara bioteknologi konvensional dengan moderen adalah bahwa pada bioteknologi konvensional masih menggunakan organisme/mikroorganisme utuh dalam menghasilkan produk bioteknologi, sedangkan dalam bioteknologi moderen, produk yang dihasilkan merupakan hasil dari rekayasa material genetik organisme tersebut.

Era bioteknologi modern mulai berkembang tahun 1970-an dimulai dengan pemanfaatan bioteknologi untuk industri farmasi. Teknologi DNA rekombinan yang dikembangkan, digunakan untuk memproduksi protein rekombinan yang sangat penting untuk kedokteran seperti insulin, hormon pertumbuhan, dan lain-lain. Setelah melewati fase awal pembuatan protein rekombinan, bioindustri farmasi berkembang ke arah pembuatan antibodi dari yang poliklonal sampai monoklonal dengan teknologi yang diawali dari hibridoma sampai rekayasa antibodi.

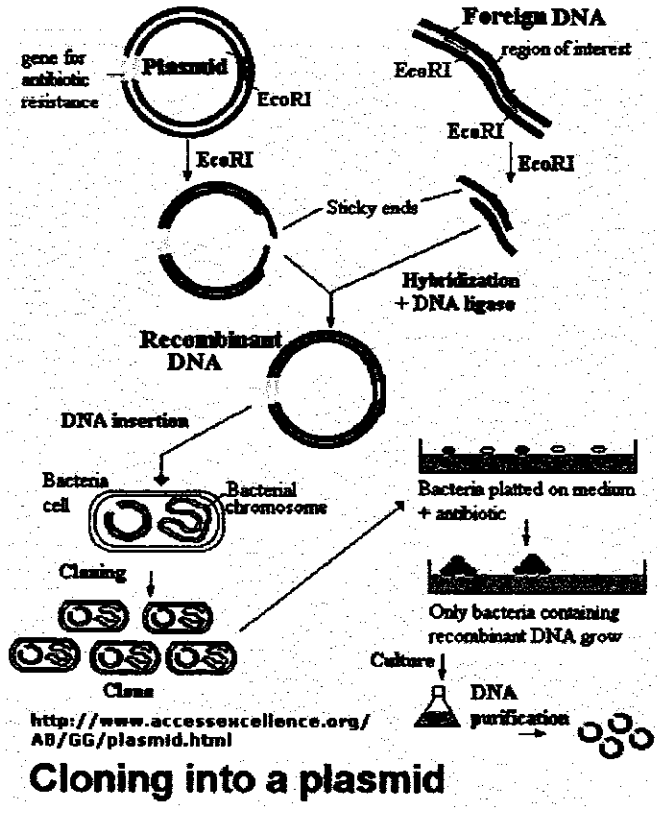
Antibodi ini memperluas jangkauan aplikasi bioindustri farmasi dari terapi ke diagnostik. Selanjutnya fase ketiga yang sedang dilalui sekarang menginjak ke teknologi kloning yang memperluas sekaligus memperdalam teknologi rekayasa jaringan yang awalnya dikembangkan untuk pemenuhan transplantasi jaringan/organ saja.

Beberapa teknik-teknik molekular yang sangat berperan dalam perkembangan bioteknologi moderen ini adalah :

1. **Cloning gen/rekayasa genetik**

   Rekayasa Genetika atau teknik DNA rekombinan dapat didefenisikan sebagai *"Pembetukan rekombinan baru dari material yang dapat diturunkan dengan cara penyisipan DNA dari luar kedalam suatu wahana (vektor), sehingga memungkinkan penggabungan dan kelanjutan berkembang dalam host yang baru."* Proses ini juga dikenal sebagai " Gen Kloning " atau klon gen, sebab organisme yang secara genetik terbentuk adalah identik dan membawa seluruh potongan DNA yang telah disisipkan, disamping itu memperbanyak molekul yang baru dibentuk. Salah satu contoh

rekayasa genetika yang sudah berhasil adalah penyisipan/pemindahan DNA pembuat insulin pada manusia kedalam plasmid bakteri *Echerichia coli* (Gambar 4).



Gambar 4. Proses kloning gen

2. Polimerase chain reaction (PCR)

   Merupakan suatu teknik untuk memperbanyak/mengamplifikasi fragmen DNA pada daerah tertentu. Prinsip dasar dari PCR adalah:

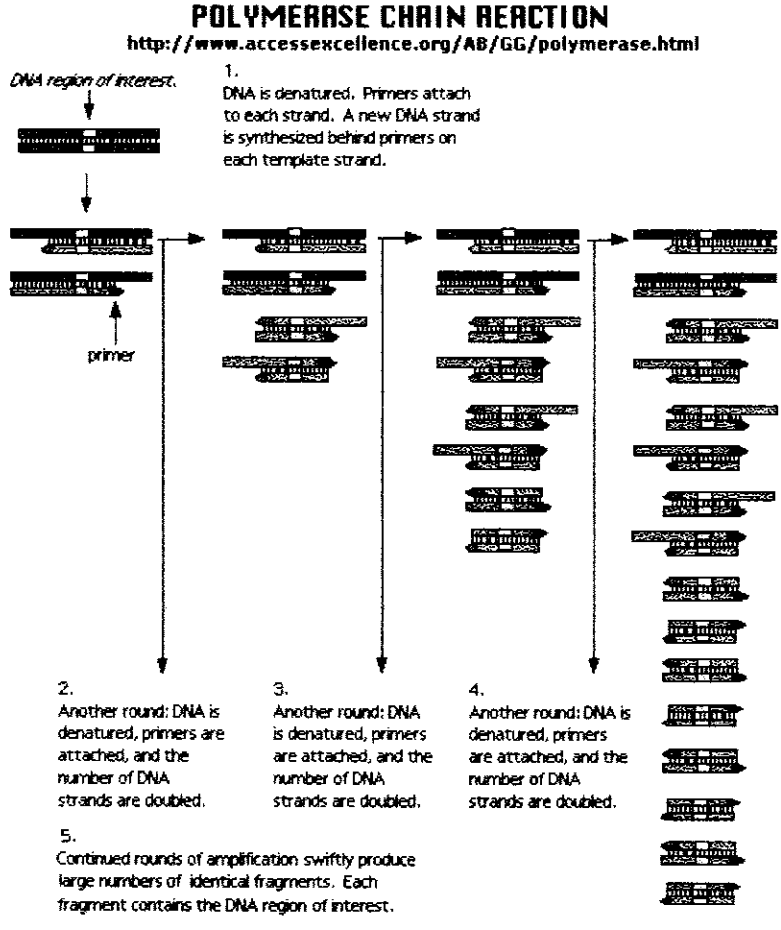
   - amplifikasi dilakukan dengan menggunakan primer oligonukleotida
   - primer : molekul DNA pendek berutas tunggal yang dapat mengenal ujung sekuen DNA templet/cetakan DNA
   - "pemanjangan" primer dikatalis oleh enzim DNA polymerase

   Parameter penting proses PCR :

   - denaturasi DNA atau memisahkan double helik DNA sehingga menjadi single strain.
   - pelekatan primer pada cetakan DNA /anneling.
   - perpanjangan/ekstensi/elongasi

- jumlah siklus

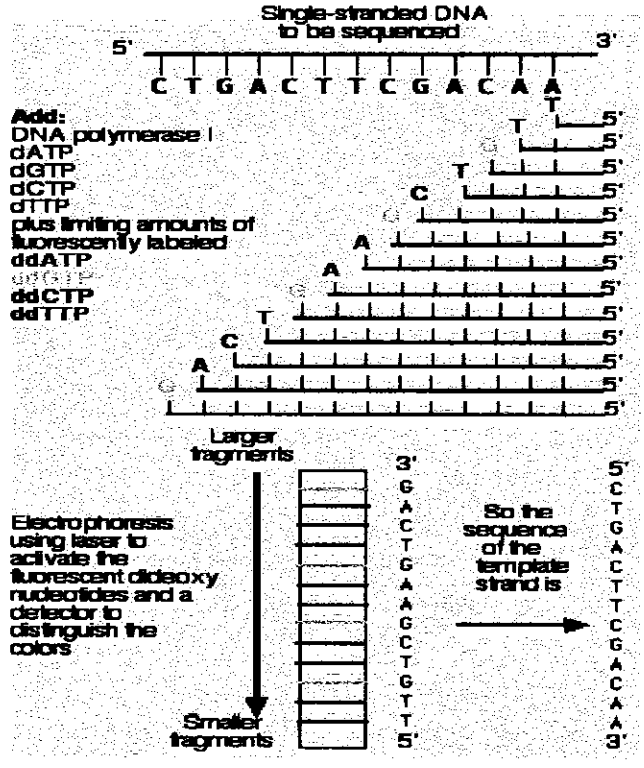
Pada Gambar 5 dapat dilihat prinsip kerja PCR dalam mengamplifikasi DNA



Gambar 5. Skema amplifikasi/perbanyak fragmen DNA dengan PCR

3. Sekuensing

Merupakan teknik untuk mengetahui urutan nukleotida suatu DNA. Penemuan teknik sekuensing ini telah membuat gebrakan yang besar dalam dunia bioteknologi. Dengam mengetahui urutan basa suatu DNA/gen, maka kita melakukan berbagai analisis terhadap gen tersebut, seperti analisis protein yang dihasilkan, analisis mutasi dan sebagainya.Prinsip dari sekuensing dapat dilihat pada Gambar 6.



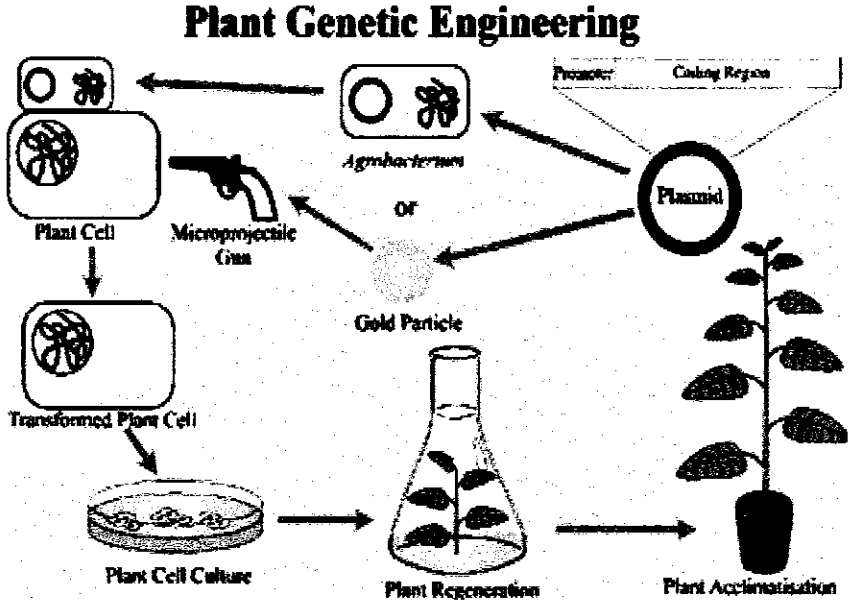
Gambar 6. Skema pembacaan urutan nukleotida DNA dengan sekuensing

4. Antibodi monoklonal

Antibodi merupakan salah satu mekanisme pertahanan tubuh terhadap benda asing. Antibodi diproduksi di limfosit B. Jika kita terpapar dengan materi asing (anti gen) maka tubuh akan menghasilkan bermacam anti bodi, baik IgM, IgG maupun jenis antigennya (poliklonal antibodi). Pada prinsipnya setiap satu sel limfosit B akan menghasilkan satu jenis antibodi (monoklonal antibodi). Dengan menggunkan teknik kutur sel maka dilakukan penggabungan limposit B tikus yang sudah dipaparkan dengan antigen khusus dengan sel kanker (karena sifatnya aktif membelah).

5. Transgenik

Transgenik adalah aplikasi dari teknik kloning gen dimana plasmid yang sudah membawa gen yang diinginkan dimasukan kedalam tumbuhan atau hewan yang diinginkan, sehingga menghasilkan protein seperti yang disandi oleh gen yang disispkan pada plasmid (Gambar 7).



Gambar 7. Skema produksi tanaman transgenik

Pemanfaatan bioteknolgi moderen

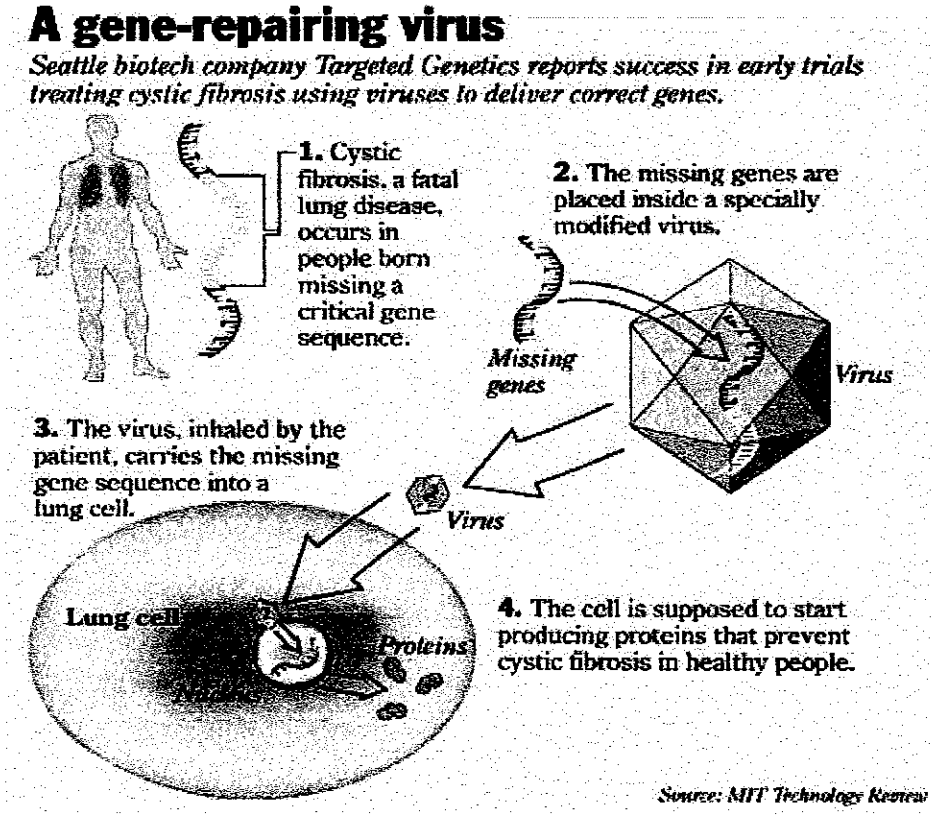
Banyak sekali manfaat yang bisa diambil dari penerapan bioteknologi ini diantaranya adalah :

1. Terapi gen

   Seperti yang diketahui beberapa penyakit disebabkan karena terjadinya kerusakan/mutasi pada gen-gen tertentu didalam tubuh, sehingga tidak bisa berfungsi dengan baik. Dengan teknik kloning gen, maka vektor yang sudah membawa gen pengganti gen yang rusak dalam tubuh, dimasukan dalam tubuh, untuk menggantikan gen yang rusak tersebut (Gambar 8).

2. Produksi Insulin dan hormon pertumbuhan

   Teknik kloning gen juga dapat digunakan untuk produksi insulin, denganc ara menyisipkan gen manusia penghasil insulin kedalam plasmid, kemudian ditanspormasi ke dalam bakteri E.coli, sehingga bakteri ini memproduksi insulin dalam jumlah besar. Hal ini dapat menghidari reaksi penolakan oleh sistem imun yang biasanya terjadi jika menggunkan hormon insulin dari hewan hal yang sama juga dapat dilakukan untuk produksi hormon petumbuhan.

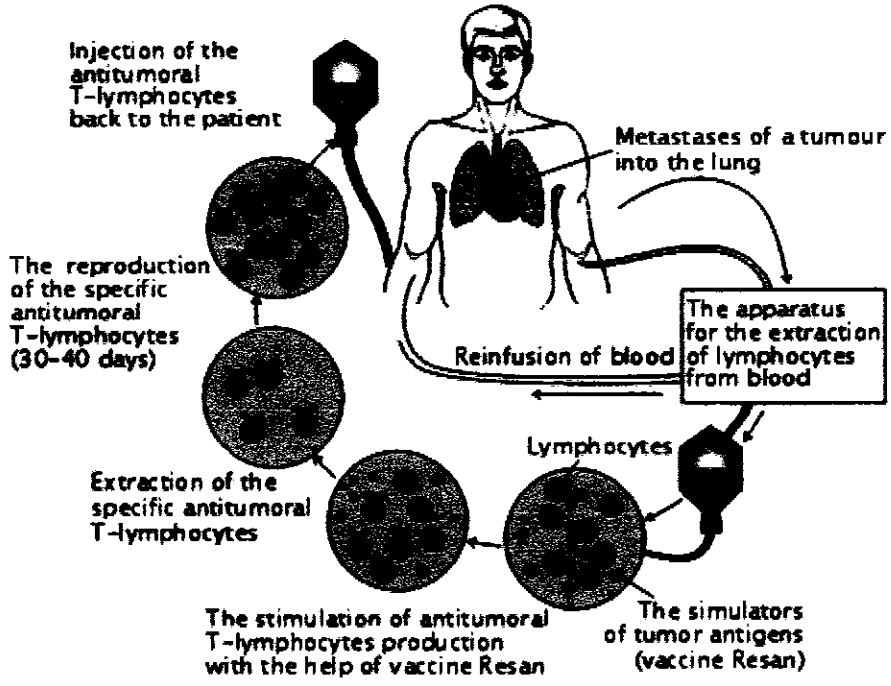


Gambar 8. Skema prinsip terapi gen

3. Pembuatan vaksin

Jika sebelumnya vaksin dibuat dari mikroorganisme yang dilemahkan, sehingga potensi untuk terjadi infeksi cukup besar. Dengan teknologi cloning gen antigen permukaan suatu kuman dapat diklon ke vektor dan selanjutnya diekspresikan pada hostnya sehingga menghasilkan protein antigen permukaan tersebut yang siap jadi kandidat vaksin. Contoh vaksin yang menggunakan teknik rekombinan ini adalah vaksin hepatitis B.

Selain itu sekarang juga sudah dilakukan pengobatan kanker dengan teknik vaksin, yaitu menerapkan konsep teknik monoklonal antibodi. Dimana limfosit T pasien kanker diambil kemudian dikultur dan di paparkan dengan antigen kanker, selanjutnya dimasukan kembali ketubuh pasien sebagai vaksin untuk membunuh sel kankernya (Gambar 9).



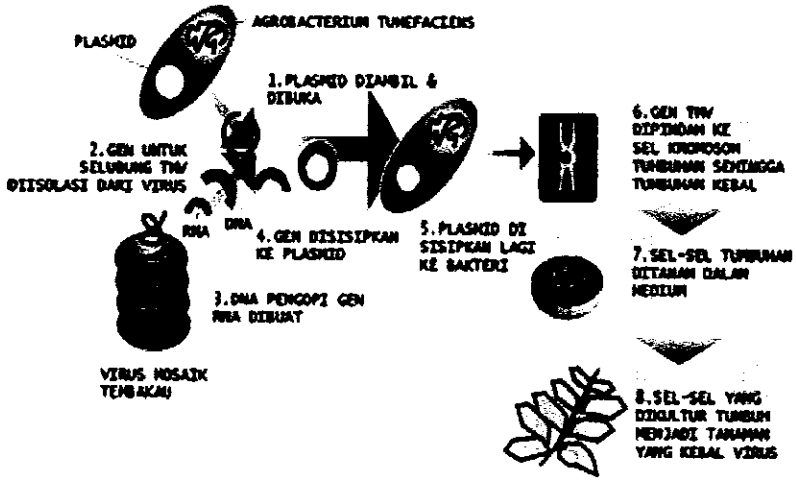
Gambar 9. Prinsip kerja pengobatan kanker dengan cara vaksinasi

4. Deteksi infeksi

   Teknik PCR sudah banyak diterapkan untuk mendeteksi adanya infeksi, khusnya untuk meningkatkan sensitifitas dalam mendeteksi penyakit. Seperti penyakit TBC pada bayi, walaupun jumlah kuman dalam lambung sedikit tapi karena sifat PCR mengmplifikasi gen maka dapat dedeteksi keberadaan kuman *M.tuberculosis*, yang mungkin sulit jika dilakukan dengan cara konvensional.

5. Tanaman kebal terhadap penyakit

   Dengan menyisipkan gen anti hama tertentu, maka penggunaan insektisida/ herbisida/fungisida dan lainnya tidak diperlukan lagi, karena tumbuhan sudah memproduksinya sendiri (Gambar 10).



Gambar 10. Prinsip produksi tanaman unggul secara bioteknologi

3. DAMPAK BIOTEKNOLOGI

Dari penjelasan sebelumnya cukup jelas kalau bioteknologi memiliki banyak peranan dan manfaat bagi manusia. Seperti menghasilkan tanaman yang unggul, mengatasi masalah kelangkaan sumber pangan, mengatasi masalah pencemaran, mengatasi masalah sumber energi, pengobatan dan banyak lagi.

Tapi disamping manfaatnya tersbut, masih terdapat kendala dalam menerapkan dan mengaplikasikan produk-produk bioteknologi ini seperti :

1. sebagian masyarakat masih mengangap rekayasa yang dilakukan bertentangan dengan kodrat alam dan takdir yang diyakini.
2. masih kontroversi tentang keamanan produk-produk bioteknologi untuk dikosumsi.
3. belum adanya hukum yang mengatur tentang hak cipta/paten terhadap gen/materi genetik yang digunakan.

C. Pandangan Islam Tentang Bioteknologi

Pada dasarnya bagi umat Islam adalah wajib untuk menuntut ilmu pengetahuan sepanjang hayat, termasuk dalam pengembangan ilmu yang diaplikasikan pada berbagai bidang untuk kesejahteraan umat. Berdasarkan kewajiban ini pula umat Islam dituntut

berperan serta secara aktif dalam pengembangan berbagai bidang ilmu termasuk Bioteknologi.

Islam memberikan batas yang jelas terhadap pengembangan ilmu termasuk bioteknologi yaitu garis kemaslahatan umat atau produk dan jasa berbasis halal. Terhadap produk dan jasa hasil kreasi ilmuwan pada bidang Bioteknologi hendaknya dicermati terhadap asal, proses, hasil dan kemanfaatannya.

a. Asal

Asal atau bahan dasar yang digunakan pada kegiatan bioteknologi bersumber pada bahan atau sifat bahan yang halal. Jelas bahwa asal atau sifat bahan yang berasal dari sumber yang haram bagi umat Islam harus dihindarkan.

b. Proses

Pada proses kerja kegiatan Bioteknologi dilakukan juga secara halal. Terhadap proses yang terkontaminasi dengan cara-cara yang tidak halal, umat Islam wajib menolaknya.

c. Hasil dan kemanfaatannya

Hasil atau produk yang dihasilkan pada kegiatan Bioteknologi jika ditinjau dari aspek kemanfaatannya harus jelas mendatangkan manfaat dalam arti luas dan tidak menimbulkan efek samping terhadap konsumen.

D. Kesimpulan

Bioteknologi adalah penerapan prinsip-prinsip biologi untuk menghasilkan produk-produk yang dibutuhkan untuk kesejahteraan manusia. Dalam perkembanganya bioteknologi dibedakan atas bioteknologi tradisional, bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.

Umat Islam berkewajiban mengawal kegiatan Bioteknologi agar tetap tetap taat pada ketentuan ajaran Islam dan menolak Bioteknologi berbasis haram.

Daftar Pustaka

Campbell, Neil A., Jane B. Reece and Laurence G. Mitchell. 1999. *Biologi*. Alih bahasa oleh Lestari Rahayu dkk. Jakarta: Erlangga.

Emery, Alan E.H., (Alih Bahasa Hartono), (1985), Dasar-dasar Genetika Kedokteran, Yokyakarta, Essensia, Medika

Kimball, John W., Siti Soetarmi T. dan Nawangsari Sugiri. 1990. *Biologi*. Jakarta : Gramedia

Lewis, Ricky, (1997), Human Genetics, Concepts and Application, 2nd edition, New York, WMC. Brown Publisher.

Sambrook J, Fritsch EF and Maniatis T. Molecular Cloning. A Laboratoriuy Manual. 2nd. Cold Spring Harbor Laboratory Press, USA. 1989.

Suryo, (1986), Genetika Manusia, Yokyakarta, Gajah Mada.