

Mendayagunakan Sumber Alam Melalui Bioteknologi

Oleh : Wage Komarawidjaja.



BPPT

INTISARI.

Bioteknologi didefinisikan sebagai pemanfaatan makhluk hidup beserta sistemnya, sehingga menghasilkan sesuatu yang memiliki nilai tambah bagi kesejahteraan manusia.

Di negara-negara maju, ilmu ini sangat pesat berkembang dan sangat menonjol aplikasinya, terutama dalam industri farmasi, bioenergi, meskipun pemanfaatan pada bidang lain tidak ditinggalkan.

Di Indonesia, aplikasi bioteknologi dalam industri ditandai dengan berdirinya Pusat Penelitian dan Pengembangan Industri Energi dari Biomass, yang diharapkan mampu menghasilkan komoditi guna menunjang Pembangunan Nasional.

PENDAHULUAN.

Julukan Indonesia sebagai negara agraris merupakan salah satu modal dalam rangka Pembangunan Nasional. Sebutan ini mencirikan bahwa negara kita memiliki potensi yang sangat besar dalam menyediakan produk-produk pertanian. Meskipun kita maklumi bahwa bumi Indo-

nesia disamping berkarakteristik agraris juga mengandung berbagai bahan baku sebagai sumber daya alam yang sangat mendukung lajunya pembangunan di segala bidang.

Di dalam setiap tahapan pembangunan (PELITA) digariskan suatu kebijaksanaan nasional yang dituangkan dalam Garis-garis Besar Haluan Negara (GBHN). Salah satu garis kebijaksanaan itu adalah upaya pengembangan sektor Pertanian sebagai dasar berpijak untuk melakukan transformasi industri di Indonesia. Disadari bahwa sektor pertanian adalah salah satu modal utama untuk mempersiapkan tahap tinggal landas menuju tahap industrialisasi, atau tahap transformasi industri, maka dalam rangka menunjang tahapan tersebut sumberdaya manusia mempunyai peranan yang penting. Oleh karena itu sumberdaya manusia harus dikembangkan dan ditingkatkan kemampuannya dengan memberikan kesempatan seluas-luasnya menyerap, menerapkan dan mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek).

Dilihat dari kacamata Iptek ada tiga hal yang sangat menonjol peran dan pengaruhnya di dunia saat ini: yaitu : (i).pemanfaatan mesin sebagai alat produksi, (ii).pemanfaatan elektronika/komputer untuk mengolah dan mendapatkan informasi, (iii).pemanfaatan Bioteknologi dalam produksi/ industri. Ketiga dimensi tersebut di atas merupakan teknologi canggih yang hemat energi dan bahan baku serta mampu memberikan nilai tambah (added value), namun di satu hal perlu didukung sumberdaya manusia yang bermutu tinggi.

Pemanfaatan mesin untuk produksi (mekanisasi) sudah cukup lama dikenal oleh masyarakat Indonesia, demikian pula pemanfaatan elektronika/komputer sebagai sarana informasi juga sudah banyak dipergunakan dewasa ini. Berbeda dengan Bioteknologi. Oleh karena itu, Bioteknologi sebagai salah satu teknologi alternatif yang sedang populer dekade ini sangat relevan untuk dikuasai dan dikembangkan dalam rangka mendayagunakan sumber alam Indonesia.

Realisasi ini dapat dilakukan dengan memberikan pendidikan di berbagai bidang Iptek baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Keberhasilan usaha ini diharapkan mampu menciptakan tahapan proses transformasi teknologi dari suatu negara yang sedang berkembang menjadi negara berteknologi maju, dari suatu negara Agraris menuju negara Industri maju di kemudian hari, sesuai dengan wahana-wahana transformasi yang tersedia dan diprioritaskan.

Dengan demikian semakin jelas peran ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) di dalam pembangunan, dimana tercermin di dalam kebijaksanaan Pemerintah dengan memberikan peran tersebut kepada berbagai Lembaga Penelitian dan Perguruan Tinggi untuk menyiapkan tenaga-tenaga yang mampu dan terampil, untuk mengabdikan kepada manusia dan kemanusiaan,

serta menunjang proses pembangunan yang sedang berjalan, dalam mempersiapkan lepas landas.

BIOTEKNOLOGI.

Menurut beberapa terminologi di dalam Bull (1982), Biotek atau Bioteknologi didefinisikan sebagai pemanfaatan makhluk hidup (mikroba, tanaman dan hewan) beserta sistemnya, sehingga menghasilkan bahan atau sumberdaya yang memiliki nilai tambah bagi kesejahteraan umat manusia. Secara tradisional Biotek sudah lama dimanfaatkan oleh manusia dengan sedikit melakukan seleksi bahan baku dalam proses produksinya, seperti dalam pembuatan bahan pangan, minuman (tempe, tape atau anggur).

Sampai saat ini cara-cara tradisional tersebut masih tetap dipergunakan dengan memberikan sedikit masukan teknologi dalam proses produksinya. Namun dengan penemuan instrumen-instrumen yang canggih (mesin-mesin produksi, perangkat elektronika dan komputer) dan metoda-metoda yang akurat, cara tradisional tersebut mulai ditingkatkan dengan memasukkan unsur perubahan perilaku dan kemampuan genetik makhluk hidup (Rekayasa Genetika), sehingga dapat dilakukan pengaturan dalam memproduksi sesuatu yang dibutuhkan. Oleh karena itu, untuk menunjang rekayasa genetika dibutuhkan bekal pengetahuan tentang bentuk dan fungsi DNA, sehingga terbuka peluang untuk mengutak-atik suatu sandi yang diinginkan pada suatu DNA atau untuk mencangkokkan potongan DNA yang mengandung sandi tertentu ke makhluk hidup lain.

Ditinjau dari perkembangan ilmu Pengetahuan dan Teknologi ada beberapa hal yang menunjang lajunya Bioteknologi dekade ini, antara lain ilmu genetika dan kultur jaringan. Berbicara tentang Ilmu Genetika atau Ilmu Keturunan, sebetulnya sudah cukup lama berkembang, sejak ditemukannya struktur Deoxyribonucleic Acid (DNA) oleh Watson, Crick dan Wilkins pada tahun 1953. DNA adalah suatu molekul hidup yang berada di dalam sel suatu makhluk hidup. Molekul ini berbentuk tangga spiral yang terdiri dari dua untai spiral yang lebih dikenal dengan "double helix". Kedua untai spiral tersebut satu sama lain dikaitkan oleh anak-anak tangga yang terbuat dari 4 basa Adenin (A), Guanine (G), Cytosine (C), dan Thymine (T). Di dalam membentuk satu anak tangga, A selalu bergandengan dengan T dan C dengan G. Dari urutan tempat anak-anak tangga AT dan CG itulah akan muncul sandi-sandi perintah keturunan yang diperlukan.

Molekul ini sangat berperan dalam menyusun atau memberikan instruksi untuk memperbanyak diri maupun instruksi untuk pengaturan laku kehidupannya. Bilamana sel memperbanyak diri, DNA akan membuat duplikatnya sesuai dengan banyaknya sel yang terjadi, sekaligus mewariskan

sifat-sifatnya kepada sel generasi berikutnya. Jadi di dalam molekul DNA inilah gen-gen yang membawa instruksi keturunan dibuat.

Ilmu utak-atik DNA inilah kemudian lebih dikenal seperti sebutan di atas Rekayasa Genetika (Genetics Engineering), yang menurut Pratiwi (1986) salah seorang Bioteknolog dan calon Antariksawati Indonesia, didefinisikan sebagai suatu teknik pengubahan perilaku atau kemampuan genetik makhluk hidup melalui suatu tahapan proses isolasi gen, pemotongan dan penyambungan gen dengan bantuan enzim Endonuklease restriksi dan enzim Ligase invitro yang dilanjutkan dengan proses kloning gen baru (replikasi duplikat gen yang identik) di dalam sel hospesnya sehingga tercapai ekspresi gen hibrid maksimal oleh sel hospes.

Dari beberapa laporan, Biotek sebagai ilmu dan teknologi yang canggih sudah banyak diteliti dan dibicarakan oleh para ilmuwan mancanegara sejak lebih kurang 15 tahun yang lalu, dan mencapai puncaknya pada awal tahun 1980-an semenjak didirikan pusat-pusat industri yang memanfaatkan Biotek untuk industri farmasi dan industri pertanian di negara maju, seperti Amerika, Inggris, Jerman dan lain-lain. Penulis sependapat dengan Pratiwi (1986), yang mengemukakan bahwa ilmuwan Indonesia sudah saatnya turut berkecimpung dalam bidang Biotek yang masih dalam phase perkembangan awal ini. Kita harus sudah mulai dari sekarang, karena makin lambat kita menguasai BIOTEKNOLOGI, maka semakin jauh ketinggalan. Oleh karena itu, peran serta ilmuwan dalam bidang ini akan sangat menunjang lajunya transformasi teknologi tersebut.

APLIKASI GENETIKA.

Rekayasa genetika yang tampaknya menjadi inti Biotek dekade ini, telah banyak diaplikasikan pada beberapa proses industri yang meliputi: (i) pembuatan produk farmasi (vaksin, antibiotika, hormon, enzim dan lain-lain), (ii).pemuliaan (breeding) tanaman dan ternak, (iii).Pembuatan Bioenergi (etanol, biogas), (iv).Teknologi Pangan, (v).Pengolahan Limbah. Seperti diungkapkan akhir-akhir ini bahwa aplikasi Biotek lebih banyak dilakukan dengan metoda-metoda rekayasa genetika. Mengapa demikian? Ini ternyata disebabkan adanya kemajuan pesat dalam bidang ilmu-ilmu dasar seperti Biokimia, Genetika, Biologi Molekuler dan Mikrobiologi serta adanya program inter-disiplin ilmu-ilmu tersebut sehingga tercipta instrumen-instrumen yang memungkinkan manusia untuk melakukan isolasi gen, pemotongan gen, penyambungan gen yang sesuai dengan prinsip-prinsip rekayasa genetika.

Dari aspek industri farmasi, hasil rekayasa genetika pertama yang telah dimanfaatkan adalah insulin pada tahun 1980 oleh seorang wanita dari Kansas Amerika Serikat. Rekayasa ini dilakukan dengan memotong DNA

yang mengandung sandi pembuat insulin dari sel pankreas dan kemudian dicangkokkan ke dalam DNA kuman E. Coli sebagai hospesnya, yang akhirnya dapat menghasilkan insulin secara terus menerus dalam bentuk murni. Jelas bahwa seluruh proses ini sangat rumit dan memerlukan ketelitian yang tinggi.

Produk lain hasil rekayasa genetika adalah Antibodi monoklonal, yang pertama kali diproduksi oleh Cesar Milstein dan Georges Kohler dari Inggris (pemenang hadiah NOBEL Bidang Kesehatan tahun 1984) dengan teknik Hybridoma. Sedangkan dalam bidang Peternakan, Lawrence Galton (1985) mengemukakan bahwa sudah dihasilkan produk-produk obat hewan seperti vaksin-vaksin untuk pencegahan penyakit maupun hormon pertumbuhan hewan. Teknik ini di Indonesia tentu akan berkembang dengan adanya industri-industri farmasi obat hewan di beberapa lokasi di Indonesia.

Rekayasa genetika dalam bidang pertanian telah banyak digunakan di negara-negara maju untuk memperbaiki mutu produksi tanaman melalui pemuliaan dengan melakukan pencangkakan gen-gen tertentu sehingga dikenal berbagai komoditi hibrida, seperti kelapa hibrida, tomat hibrida, jagung hibrida bahkan dalam memenuhi kebutuhan pakan ternak sekalipun sudah banyak yang memanfaatkan teknik tersebut.

Sedangkan aplikasi bioteknologi dalam pemuliaan ternak, secara teoritis ada 2 (dua) metoda yang sampai saat ini sedang dikembangkan: (1). teknik pencangkakan ke dalam sel telur yang telah dibuahi (zigot) sesaat sebelum sumber genetik sel telur dan sperma bergabung, (2). Teknik pencangkakan DNA melalui vektor organisma Retrovirus, dimana Retrovirus memiliki kemampuan untuk menempatkan DNA ke dalam sel hospes. Penelitian pada mencit di laboratorium mengungkapkan bahwa pencangkakan gen hormon pertumbuhan ke dalam Embryo mencit, menghasilkan keturunan mencit yang besarnya 2 (dua) kali lipat dari besar normal, meskipun fertilitas mencit betina hasil rekayasa genetika tersebut menjadi menurun kalau tidak disebut steril. Dan percobaan pada sapi perah dan babi dengan menyuntikkan hormon pertumbuhan mampu meningkatkan produksi susu sapi, babi cepat tumbuh dan tidak berlemak serta total konsumsi rendah meskipun menimbulkan efek rendahnya kadar hormon pertumbuhan yang dihasilkan oleh tubuh ternak tersebut.

Oleh karena itu, penulis sependapat dengan Rudolf Jaenisch dan Philip Leder di dalam Olson (1986), bahwa aplikasi genetika (pencangkakan gen) sebagai langkah pemuliaan ternak masih membutuhkan penelitian-penelitian lebih lanjut sebelum diterapkan secara masal. Hal ini sangat beralasan, sebab penelitian belum mampu menerangkan serta memprediksi seberapa jauh efek samping yang ditimbulkan oleh pemanfaatan gen-gen tersebut terhadap sifat faali hewan.

Berbeda dengan pemanfaatan Rekayasa Genetika untuk industri energi alternatif. Teknik ini sudah banyak digunakan di negara-negara maju, bahkan negara-negara sedang berkembangpun sudah banyak yang mengikutinya, termasuk Indonesia. Aplikasi di Indonesia ditandai dengan berdirinya Pusat Penelitian dan Pengembangan Industri Energi dari Biomass di Lampung Sumatera Selatan. Hal ini membuktikan bahwa Indonesia sudah mulai melangkah dengan abad Bioteknologi.

Sebenarnya peletakan dasar Bioteknologi di Indonesia sudah dimulai sejak akhir tahun 1970-an meskipun waktu itu dikenal dengan ilmu kultur jaringan. Seperti dilakukan pada beberapa Pusat Penelitian dan Perguruan Tinggi, antara lain di ITB, UI dan IPB Bogor dikenal dengan Pusat Pengembangan Teknologi Pangan atau Food Technology Development Center (FTDC).

Selanjutnya dalam pengelolaan limbah atau pemanfaatan hasil sampingan dengan Bioteknologi sangat beragam metodenya, tergantung produk apa yang akan diolah. Misalnya kotoran ternak sebagai limbah peternakan, yang semula hanya dipakai sebagai pupuk organik, maka sekarang dengan aplikasi Bioteknologi dapat dihasilkan energi BIOGAS.

Hal ini merupakan peluang yang baik, sebab kotoran ternak tersebut selain mampu diproses menjadi Bio-energi juga ampasnya "sludge" masih dapat digunakan sebagai pupuk yang minimum memiliki manfaat yang sama, sebagaimana diungkapkan oleh Sunaryo dkk. (1986). Oleh karena itu, dengan mengkaji hasil penelitian aplikasi Bioteknologi dalam pemanfaatan limbah tersebut, diharapkan limbah lainpun akan mampu diolah sehingga memiliki nilai tambah untuk dimanfaatkan kembali dalam kehidupan manusia.

PENUTUP.

Dengan memperhatikan produk rekayasa genetik di negara-negara maju maupun negara berkembang serta melihat potensi sumber plasma nutfah bumi Indonesia, kita bisa mengkaji sejauh mana teknik tersebut dapat diaplikasikan di Indonesia dan produk apa yang akan dihasilkan dalam menunjang Pembangunan Nasional.

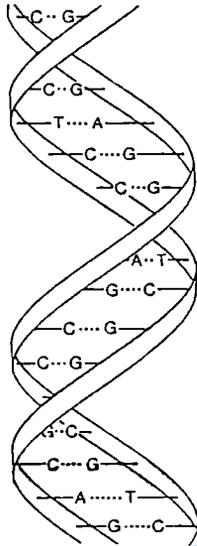
Memang bidang ini sangat unit dan menarik, dimana berbagai disiplin ilmu pengetahuan bersatu untuk menghasilkan teknologi canggih yakni Biotek. Khususnya rekayasa genetika, nampaknya merupakan inti biotek dekade ini yang perlu mendapatkan perhatian dan pengkajian lebih mendalam.

Melihat perkembangan Biotek yang cukup pesat dan memperhatikan kebijaksanaan Pemerintah Indonesia dalam pengembangan bidang biotek, maka aplikasi bioteknologi di Indonesia akan semakin cerah, sehingga

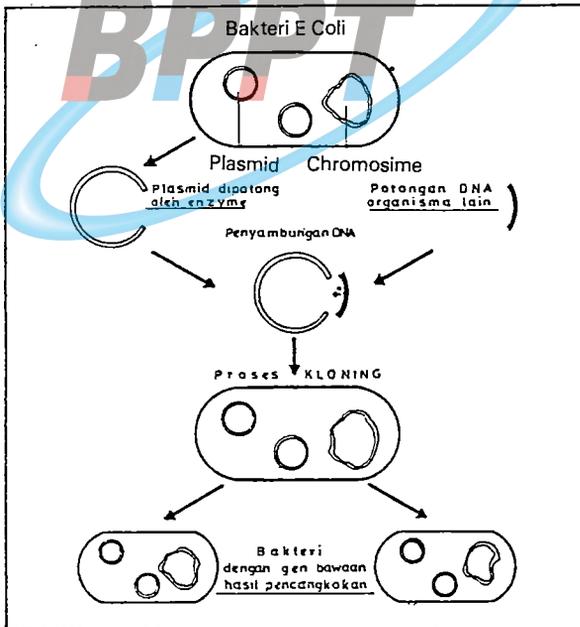
partisipasi Ilmuwan Indonesia dalam menekuni ilmu pengetahuan dan teknologi akan dapat bermanfaat lebih banyak dalam rangka mempersiapkan lepas landas menuju Pembangunan bangsa Indonesia. Oleh karena itu, sudah tiba waktunya untuk menggalang sumberdaya manusia Indonesia yang siap guna mengembangkan dasar ilmu dan teknologi tersebut sedini mungkin.●

DAFTAR PUSTAKA.

1. Bull, A.T., G. Halt, and M.D. Lilly. 1982. **"Biotechnology: International Trends and Perspectives. Organisation for Economic Co-Operation and Development"**. Paris, France.
2. Galton, L. 1985. **"Rekayasa Genetika: Harapan Masa Depan"**. Titian paket 12.
3. Jason, L.M. 1985. **"Genetic Manipulation of Yeast for Improved Alcohol Fermentation. Abstract the Fourth National Congress of the Indonesian Society for Microbiology and the Meeting of Asean Microbiologist"**. Indonesia.
4. JICA. 1981. **"Basic Design Survey Report in Biomass Energy Research and Development Centre in the Republic of Indonesia"**.
5. Okada, H. 1985. **"Gene Engineering in the Field of Enzyme Production"**. Abstract the Fourth National Congress of the Indonesian Society for Microbiology and the Meeting of Asean Microbiologist Indonesia.
6. Olson, S. 1986. **"Biotechnology and Industry Comes of Age"**. National Academy Press, USA.
7. Sunaryo, P., E.S. Hariatie dan T. Handayani. 1986. **"Bioteknologi Perkembangan Bio-Energi di Indonesia"**. Paper Acara Diskusi PPSML—UI, Jakarta.
8. Soedarmono P. 1986. **"Bioteknologi dalam Pembangunan Nasional."** Universitas Terbuka, Paket A.
9. Wallace, R.A. 1981. **"Biology, the World of Life"**. Third Edition, Scott, Foresman and Co. Illinois, USA.



Gambar 1. Struktur De-oxy ribonucleic acid (DNA), "Double helix".



Gambar 2.

Prinsip pencangkokan DNA serta proses Kloning pada sel hospes. (Wallace, 1981).



Gambar 3.

Biji-bijian tanaman hasil rekayasa genetika, dilapisi kapsul selei bahan organik (Galton, 1985).



R. L. Brinster and R. E. Hammer, University of Pennsylvania

Gambar 4.

Mencit normal (kiri), mencit hasil pencangkokan gen hormon pertumbuhan (kanan) (Olson, 1986).

LAMPIRAN : 1.

Produk Industri Bioteknologi pada Beberapa Negara Berdasarkan GDP (%)
Tahun 1978.

N e g a r a	P r o d u k		
	Pangan	Kimia	Farmasi
1. Perancis	10.5	12.8	N.A.
2. Jerman	7.4	15.1	1.1
3. Jepang	8.9	14.9	1.4
4. Selandia Baru	15.5	6.0	0.3
5. Norwegia	13.2	8.8	0.2
6. Swedia	7.9	7.1	0.5
7. Inggris	9.8	14.8	1.0
8. Amerika Serikat	9.1	13.6	0.8

Sumber : Bull dkk. (1982).

LAMPIRAN : 2.

Perkembangan Perdagangan Produk Bioteknologi
Negara-negara Anggota OECD

N e g a r a	Obat & Farmasi*		Pangan & Minuman**	
	Ekspor*	Impor	Ekspor	Impor**
1. Denmark	2.1	1.4	34.1	12.8
2. Perancis	—	—	14.6	13.9
3. Jerman	1.6	1.1	5.0	16.1
4. Jepang	0.3	1.4	1.2	16.8
5. Swedia	1.4	1.5	2.5	8.8
6. Selandia Baru	—	—	46.1	7.0
7. Norwegia	—	—	11.3	6.8
8. Inggris	2.5	0.7	6.9	17.9
9. Amerika Serikat	1.5	0.5	18.9	9.9

Sumber : Bull dkk. (1982).

* = data tahun 1978.

** = data tahun 1977.

• = % dari nilai ekspor.

•• = % dari nilai impor.

— = tidak ada data.