

PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI MASA KINI

Sumaryanto^{*,**}

* Pusat Pengkajian Kebijakan Inovasi Teknologi, BPPT

** Fakultas Farmasi Universitas Pancasila

Abstract

*The modern products of biotechnology are, vaccine, interferon, interleukin, monoclonal antibody, new rice varieties, antibiotics, biological pesticides such as bacteria *Bacillus thuringiensis* which are active against specific insect species and their application through transgenic plants. There is a great difference in the products if compared with those of the conventional biotechnology, such as soy sauce, fish sauce, yoghurt, ethanol and tempe.*

*Nowadays HIV/AIDS, pneumonia virus SARS (severe acute respiratory syndrome), genetic disorder, cloning, biological weapon such as anthrax from *Bacillus anthrax*, are the kinds of several diseases, discoveries and conditions which look for development and clarification through biotechnology. It was shown in this paper some new biotechnology products, technology scope closely related to biotechnology and also the comparison of national priorities and strategy for developing of biotechnology in developed and developing countries.*

Kata kunci: bioteknologi, produk, strategi, negara berkembang.

PENDAHULUAN

Dua definisi bioteknologi menurut "Office of Technology Assessment" (OTA), USA yaitu, definisi yang luas:

"Any technique that uses living organisms (or parts of organisms) to make or modify products, to improve plants or animals, or to develop microorganisms for specific uses".

Sedangkan definisi yang sempit adalah "The industrial use of recombinant DNA, cell fusion, and novel bioprocessing techniques (1).

Kemajuan teknologi khususnya dalam bidang bioteknologi tidak bisa dibendung dan justru perlu didorong untuk mengarah kepada kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat. Namun perlu sifat kehati-hatian agar teknologi maju tersebut tidak mengarah kepada kerusakan atau kehancuran. Sebagai contoh adalah rekayasa genetika yakni hasil pengembangan ilmu yang mengembangkan kreativitas untuk mendesain DNA (Asam deoxyribonukleat),

transgenik atau rekombinasi gen sehingga diperoleh hasil atau produk yang dikehendaki telah mencapai tahap yang menakjubkan seperti terlihat sudah beberapa produk dihasilkan di antaranya obat-obatan insulin, interleukin, antibiotika, buah-buahan, produk pangan seperti jagung Bt, kapas Bt, golden Inovasi teknologi dianggap sebagai salah satu sumber yang memberikan kontribusi yang besar terhadap pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Pentingnya melihat permasalahan secara menyeluruh dengan menganalisis faktor institusi, SDM, kelembagaan dan faktor pendanaan yang saling mempengaruhi tingkat kemajuan dalam bioteknologi di suatu negara.

Beberapa pendekatan yang muncul adalah klaster, sistem teknologi, kompleksitas, rantai produksi dan sistem inovasi nasional. Salah satu usaha yang diharapkan dapat memberikan harapan adalah pengembangan dan penerapan bioteknologi untuk industri farmasi dan tanaman hasil pertanian. Bioteknologi dipilih karena diperhitungkan

mempunyai peluang untuk unggul dalam mempercepat pembangunan nasional beserta industri olahannya.

Dalam usaha penerapan bioteknologi, institusi bioteknologi dibentuk di kalangan universitas dan lembaga penelitian pemerintah. Di samping itu pemerintah mengeluarkan dana untuk meningkatkan kualitas sumberdaya manusia di bidang bioteknologi dan pembangunan dan pengembangan sarana, prasarana serta penelitian.

Pemerintah mempunyai berbagai kebijakan bioteknologi untuk memberikan arah perkembangan dan menciptakan iklim yang baik dalam pengembangannya.

Perusahaan swasta yang bergerak di bidang bioteknologi diharapkan mampu mempercepat penguasaan dan pengembangan bioteknologi di bidang tersebut.

Tulisan ini dibuat dengan salah satu tujuan untuk menganalisis kebijakan pengembangan bioteknologi di Indonesia. Pertanyaan ini muncul dengan dilatarbelakangi keadaan di mana di antaranya kegiatan penelitian dan penerapan bioteknologi masih belum bisa memberikan kontribusi yang nyata dalam mengatasi permasalahan nasional di bidang pangan, kesehatan dan farmasi yang kesemuanya tadi banyak di antaranya dikategorikan sebagai produk bioteknologi modern. Beberapa kegiatan dan produk menyangkut aktivitas bioteknologi modern seperti insulin, interferon, human genome, hewan transgenik, fusi protoplas, gen terapi dll, sebagian dikembangkan dan beberapa telah diproduksi dan dipasarkan.

Dengan ditemukan peralatan seperti PCR (Polymerase Chain Reaction), Fermentor, DNA Sequensing, Asam amino Analyzer, Gel Elektroforesis, Ultrafiltration, Dialyser, Mikroskop Elektron dll, perkembangan biotek semakin lebih maju, hal ini memacu negara maju dan berkembang berminat untuk merebut kesempatan dalam hal tersebut.

Berdasarkan peran dan pentingnya bioteknologi maka perlu adanya forum khusus untuk diskusi dan mengkaji secara terbuka permasalahan yang terjadi baik di Universitas, Lembaga Penelitian maupun di Industri, serta solusi yang memungkinkan untuk mengatasi persoalan misalnya perlunya kebijakan pendukung; yang kondusif seperti adanya sistem insentif, pengaturan kelembagaan dan teknologi klaster (cluster technology) dan industri, serta penentuan prioritas nasional khususnya dalam pengembangan bioteknologi di Indonesia.

ISSUE DAN ANTISIPASI PADA ERA GLOBALISASI

Beberapa issue sentral tentang bioteknologi yang sekarang sedang hangat menjadi bahan perbincangan adalah lain makanan hasil rekayasa genetika, tanaman hasil rekayasa genetika, mikroba hasil rekayasa genetika, issue sosial dan legal serta issue etika, issue internasional, issue nasional seperti: pangan, bioprospekting, dan GMF (Genetic modified Food), GMP (Genetic modified Product) dan GMO (Genetic modified Organism).

Sebagai antisipasi pada era globalisasi pada kondisi internasional seperti WTO (World Trade Organization), AFTA (Asia Free Trade Area) tahun 2003, APEC (Asia Pasific Economic Cooperation) tahun 2005, Pasar bebas dunia tahun 2010 diperlukan perhatian khusus mengenai perkembangan teknologi dan industri agar Indonesia tidak tertinggal dan berperan untuk berkompetisi dengan negara tetangga dan negara maju lainnya khususnya dalam bioteknologi

PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI

Bioteknologi di Indonesia masih dalam tahapan pengembangan di Institusi riset pemerintahan dan belum pada tahapan produksi maupun industri

khususnya untuk advance bioteknologi seperti DNA Rekombinan, produk Transgenik, Vaksin, Hormon.

Beberapa teknologi yang merupakan pengembangan, atau terkait dengan perkembangan bioteknologi seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1: Beberapa teknologi yang ada terkait atau pengembangan bioteknologi

Nomor	Jenis Teknologi	Subjek/produk dalam diproses
1	Anti fungal	Fungi
2	Antisense	Zat anti
3	Bioinformatic	Faktor keturunan
4	Bioprocess	Proses teknologi
5	Drug Design	Obat
6	Carbohydrate Biotechnology	Karbohidrat
7	Enzymology	Enzim
8	Fermentation	Fermentasi
9	Gene Amplification	Gen
10	Gene Therapy	Kuratif kelainan Gen
11	Hybridoma/Cell fusion	Sel
12	Peptide synthesis	Protein
13	Polyclonal antibodies	Antibodi
14	Proteomic	Proteomik
15	Purification/Separation	Pemisahan produk
16	Recombinant DNA	Rekayasa
17	Sequencing	Gen/DNA
18	Tissue engineering	Kultur jaringan
19	Transgenics	Perpindahan gen
20	Molecular farming	Pertanian molekuler

Sumber: www.gendirectionline.com, 2002

Bioteknologi yang sekarang dikembangkan di negara maju dapat dibedakan berdasarkan bidang dan produknya menjadi:

Kesehatan dan Farmasi:

Produknya meliputi antibiotika, vaksin, hormon, gen terapi (diabet, antikanker, AIDS, dan DNA rekombinan).

Pertanian:

Produk pertanian meliputi kualitas dan kuantitas, antihama, tahan kekeringan, kandungan nutrisi, bibit unggul, biopestisida, pupuk hayati.

Industri dan lingkungan:

Enzim, protein, asam organik, probiotik, waste treatment, pengurai limbah minyak di laut, pengurai kandungan logam berat, bioleaching.

Inovasi:

Terapi gen, molecular farming, biodefence, cloning (human cloning).

Ilmu baru:

Ilmu-ilmu baru yang muncul dalam bioteknologi semakin berkembang sehingga telah mulai muncul bioinformatika, proteomik, farmako-genomik dan pertanian molekuler (molecular farming)

Hak kekayaan intelektual (HKI)

Dilihat dari salah satu indikator kemajuan Ilmu pengetahuan dan teknologi yaitu jumlah dan jenis paten yang dihasilkan, sebagai contoh kemajuan di dalam bioteknologi di Amerika, terlihat dari kenaikan jumlah paten yang dihasilkan, paten bioteknologi yang dihasilkan per tahun di USA sejak 1977 meningkat sebanyak 700%, bidang lainnya hanya 60% (dari 130.000 menjadi 203.410).

Perkiraan pasar

Menurut Kate dan Laird (1999) gabungan produk yang berasal dari SDG (Sumber Daya Genetik) termasuk bioteknologi sebesar US\$ 500 – 800 miliar, sebagai perbandingan adalah petrokimia US\$ 500 milliar, komputer (software, hardware, services) sebesar US\$ 800 milliar.

Produk nilai tinggi

Produk bioteknologi maju merupakan produk yang dikatakan "low volume high value", sebagai contoh adalah perbandingan produk bioteknologi maju dibandingkan dengan produk lain (harga dalam US\$ per kilogram) seperti produk hormon tumbuh manusia (human growth hormon) \$ 20.000.000, doxetasol (Obat anti kanker) \$12.000.000, kokain \$ 150.000, emas \$ 10.000, kopi \$ 10, kapas \$ 1,5 dan minyak \$ 1.-

Kelembagaan di Indonesia

Kelembagaan yang ada di Indonesia terdiri dari instansi pemerintah yang terdiri dari Universitas,

Lembaga Penelitian Non Departemen, Lembaga Penelitian di Departemen, dan Lembaga penelitian pada industri atau swasta.

Di Indonesia, sejak 1985 telah dilakukan berbagai kegiatan bioteknologi. Kegiatan-kegiatan tersebut meliputi pelaksanaan penelitian dasar dan terapan, pengembangan sumber daya manusia, program pendidikan pelatihan dan pengembangan sistem informasi bioteknologi. Secara nasional, pemerintah menunjukkan komitmennya dengan membangun Pusat Antar Universitas (PAU) untuk Bioteknologi di Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Institut Pertanian Bogor dan Institut Teknologi Bandung, juga Lembaga Eijkman masing masing untuk bidang kedokteran dan farmasi, pertanian dan industri serta kedokteran yang sekarang ini telah berubah nama dan strukturnya disesuaikan dengan adanya konsep BHMN (Badan Hukum Milik Negara) universitas masing-masing. Beberapa lembaga lain yang mempunyai aktivitas dalam bidang bioteknologi misalnya adalah dari Lembaga riset non departemen yaitu: Pusat Riset Bioteknologi LIPI, Pusat Pengkajian Bioteknologi BPPT, BATAN, Pusat Riset dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik DEPTAN, Pusat Riset dan Pengembangan Hortikultur DEPTAN, Pusat Riset dan Pengembangan makanan ternak DEPTAN, Pusat Riset dan Pengembangan Bioteknologi Perkebunan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Departemen Kesehatan. Beberapa industri dan BUMN yang mempunyai aktivitas dalam bidang Bioteknologi seperti PT. Biofarma, PT Sanbe, PT Bioindustri Indonesia, PT Rajawali, PT Politani, PT Intisa, PT Monfori Nusantara, PT Pupuk Kaltim, NAMRU Jakarta. Beberapa Universitas swasta sudah mulai dengan penelitian dalam bidang bioteknologi yaitu Laboratorium Hepatika Universitas Mataram, Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Pusat Riset Bioteknologi Universitas Muhammadiyah

Malang, Pusat Bioteknologi Universitas Jember, dan Universitas Udayana Bali. Instansi tersebut di atas mempunyai kegiatan penelitian bidang bioteknologi, namun belum terkoordinasi dan masing-masing berjalan sendiri sesuai dengan interestnya, kurang adanya target bersama dan koordinasi. Jumlah peneliti yang tersebar di beberapa institusi.

Pendanaan

Aspek pendanaan merupakan kendala, karena keterbatasan dari Pemerintah untuk keperluan penelitian, pengembangan dan penerapan bioteknologi.

Untuk memenuhi kebutuhan tenaga peneliti bioteknologi pemerintah telah mendukung berbagai program pendidikan S2 dan S3 di dalam dan luar negeri. Bappenas bekerjasama dengan Kantor Riset dan Teknologi dan Departemen Pendidikan Nasional meluncurkan 4 program pemerintah meliputi program beasiswa untuk S2 dan S3, hibah penelitian, program pengembangan karir peneliti dan kesempatan pelatihan dan magang bagi ilmuwan.

Bappenas telah mengalokasikan dana untuk pembiayaan Riset Unggulan Terpadu (RUT) dan Riset Unggulan Kemitraan. Sejak tahun fiskal 1995-1996 Departemen Pendidikan dan Kebudayaan melancarkan program URGE atau University Research for Graduate Education Program untuk pendidikan S2,S3 dan bioteknologi pertanian.

Bantuan dari lembaga penyanggah dana internasional seperti USAID, CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research) dan BIFAD (Board on International Food and Agriculture Development), di samping kerjasama dengan luar negeri pada masing-masing institusi misalnya dengan Jerman, Australia, Jepang, USA dan lainnya :

Adanya program prioritas yang baru saja dicanangkan misalnya oleh BPPT dan program unggulan akan memberikan kemungkinan kenaikan dana pemerintah untuk penelitian dan pengembangan dalam bidang bioteknologi.

Pada status teknologi ini terlihat beberapa negara di Asia Tenggara tentang kemajuan dan keadaan dalam bidang bioteknologinya.

PRODUK BIOTEKNOLOGI YANG SUDAH ADA DI PASARAN

Tabel 2: Produk bioteknologi baru di pasaran

No.	Produk	Produsen
1	LibertyLink [®] Corn	AgrEvo
2	LibertyLink [®] Canola	AgrEvo
3	StarLink Corn	AgrEvo
4	Clearfield [™] Corn	American Cyanamid
5	Smart [®] Canola Seed	American Cyanamid
6	Bollgard with BXN Cotton	Calgene, LLC, Unit of Monsanto
7	Laurical [®]	Calgene, LLC
8	DeKalBt	DeKalb Genetics Corporation
9	Raundup Ready [®] Corn	DeKalb Genetics Corporation
10	GR Hybrid Corn	Dekalb Genetics Corporation
11	Fresh World Farms [®] Tomato	DNAP Holding Corporation
12	Fresh Word Farm [®] Sweet Mini-Peppers	DNAP Holding Corporation

13	Fresh World [®] Cherry Tomatoes	DNAP Holding Corporation
14	High pH Tolerant Corn Hybrids	Garst Seed Company
15	Gray Leaf Spot Resistant Corn Hybrid	Garst Seed Company
16	G-Stac [™] Corn Hybrids	Gars Seed Company
17	Chymogen [®]	Genencor International
18	Bollgard [®] Insect-Protected Cotton	Monsanto
19	New Leaf [®] Insect-Protected Potato	Monsanto
20	Posilac [®] Bovine Somatotropin, Recombinant Bovine Somatotropin . (r BST)	Monsanto
21	Raundup [®] Ready Cotton	Monsanto
22	Raundup Ready [®] Soybeans	Monsanto
23	Raundup Ready [®] Corn	Monsanto
24	Yield Gard [™] Insect -Protected Corn	Monsanto
25	Nature Gard [®] Hybrid Seed Corn	Mycogen
26	IMI-Corn	Mycogen
27	High Oleic Sunflower	Mycogen
28	High Oleic Peanut	Mycogen
29	NK Knockout [™] Corn, NK Yield Gard [™] Hybrid Corn, Attribute [™] B,t. Sweetcorn	Novartis Seeds
30	Novartis Seeds Raundup Ready [®] Soybean	Novartis Seeds
31	High Oleic Acid Soybean	Optimum Quality Grains, L.L.C.
32	Low Kinoleic Soybean Oil	Optimum Quality Grains, L.L.C.
33	Low Saturate Soybean Oil	Optimum Quality Grains, L.L.C.
34	High Oleic Sunflower Oil	Optimum Quality Grains, L.L.C.
35	Chy MaxR	Pfizer
36	Increased Pectin Tomatoes	Zeneca Plant Science

Sumber : BIO Member Survey

PRODUK BIOTEKNOLOGI PERTANIAN YANG DIHARAPKAN DAPAT DIPASARKAN DALAM 6 TAHUN MENDATANG

Tabel 3: Produk bioteknologi yang diperkirakan masuk pasaran dalam 5 tahun mendatang

No.	Produk	Produsen
1	Genetically Engineered Cotton Fiber	Monsanto
2	Liberty [®] Soybean, Cotton, Sugar Beet and Rice	AgrEvo
3	SeedLink Corn	AgrEvo
4	Clearfield [™] Wheat	American Cyanamid
5	Clearfield [™] Rice	American Cyanamid
6	Clearfield [™] Sugar Beets	American Cyanamid
7	Insect Protected Tomato	Calgene, LLC, Unit of Monsanto

7	High-Stearate Oil	Calgene, LLC, Unit of Monsanto
8	Medium Chain Fatty Acids/Medium Chain Triglycerides	Calgene, LLC
9	High Sweetness Tomato	Calgene, LLC
10	Genetically Engineered Fruits and Vegetables with Longer Post-Harvest Shelf Life	AgriTope
11	Virus resistant tomatoes	Calgene, LLC
12	Aqua Advantage [®] Salmon, Tilapia, Trout, and Flounder	A/F Protein
13	Ripening-Controlled Cherry Tomatoes	DNAP Holding Corporation
14	Firmer Peppers	DNAP Holding Corporation
15	Sweeter Peppers	DNAP Holding Corporation
16	Ripening –Controlled Bananas and Pineapples	DNAP Holding Corporation
17	Strawberry	DNAP Holding Corporation
18	Messenger [™]	DNAP Holding Eden Bioscience
20	High-Solid Potato	Monsanto
21	Raundup Ready [®] Canola	Monsanto
22	Raundup Ready [®] Sugar Beets	Monsanto
23	NewLeaf R Plus	Monsanto
24	New-Leaf R Y Insect- and Virus Protected Potatoes	Monsanto
25	Second-Generation Bollgard R Insect-Protected Cotton	Monsanto
26	High-Stearate Soy Oil	Monsanto
27	B.t. Sunflower, Soybean, Canola and Wheat	Mycogen
28	Fresh Market Tomato	Zeneca Plant Science
29	Banana	Zeneca Plant Science
30	Modified Lignin in Paper Pulp Trees	Zeneca Plant Sciences

Sumber : BIO Member Survey

ASPEK REGULASI

Dari segi kebijakan berpedoman pada UU Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan, Proptenas, Jakstra dan Punas Riset dan Teknologi Instrumen Kebijakan yang meliputi Instrumen kelembagaan, instrumen Regulasi dan instrumen operational yang akan memberikan efek pada pasokan iptek, kebutuhan iptek dan area penghubung. Perundangan dan peraturan ataupun kebijakan yang terkait dengan pengembangan bioteknologi nasional

seperti di bawah ini:

Kebijakan, peraturan, perundangan internasional, mengadopsi CBD (Convention on Biological Diversity) dan TRIPs (Trade Related Intellectual Property Rights)

UU No. 5, 1994, tentang Pengesahan KKH (Komite Keamanan Hayati)
KEPPRES 100, 1993 tentang Ijin Peneliti Asing

UU No. 5, 1990 tentang SDAH(Sumber Daya Alam Hayati) dan Ekosistemnya.

SKB (Surat Keputusan Bersama) 4 Menteri, 1999 tentang Keamanan Hayati dan PPHRG.

UU No. 29, 2000 tentang PVT (Perlindungan Varietas Tanaman).

UU No. 12, 1992 Sistem Budidaya Tanaman.

UU No. 13, 1997 — UU No. 14, 2001 tentang Patent.

UU No. 5, 1994 tentang Pengesahan CBD (Convention on Biological Diversity)

- Kedaulatan atas SDG (Sumber Daya Genetik) dan kewenangan akses.
- Memfasilitasi akses SDG oleh negara lain.
- Akses didasarkan atas kesepakatan bersama dan diinformasikan sebelumnya.
- Warganegara penerima akses: memberikan partisipasi kepada pemberi akses dalam penelitian ilmiah, memberikan keuntungan yang adil dan memadai, pengembangan teknologi dan pemanfaatannya.

UU No. 29, 2000 tentang PVT

TRIPs : Kesepakatan WTO, diberlakukan 1 Januari 2000

- HKI (Hak Kekayaan Intelektuil) berperan penting pada pasar bebas.
- HKI terkait dengan pemberian sanksi TRIPs: Instrumen Memenangkan Persaingan.
- HKI identik dengan kemampuan R&D.
- HKI lebih mementingkan perorangan / kelompok.
- HKI berpihak pada negara/ industri maju.

UU No. 18, 2001 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.

PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI DI NEGARA MAJU

Di Jepang pemerintah terlibat langsung dalam pengembangan bioteknologi di negara tersebut. Program pemerintah dalam bioteknologi berada di bawah tanggung jawab Badan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Departemen Perdagangan Luar Negeri & Industri dan Departemen Pertanian, Kehutanan dan Perikanan. Pemerintah mempunyai kebijakan membantu kerjasama di kalangan industriawan dan juga untuk menetapkan sasaran kegiatan. Aktivitas pengembangan bioteknologi dilakukan dengan menggunakan perusahaan besar milik orang Jepang, sehingga perusahaan tersebut kini dapat menjadi sumber penting dalam pemanfaatan bioteknologi secara komersil (2).

Jepang melalui Departemen Perdagangan & Industri Luar Negeri menentukan tiga bidang biotek untuk program penelitian dan pengembangan 10 tahunan yaitu : Fokus memperbaiki teknik kultur sel massal, fokus memperbaiki teknologi DNA rekombinan, fokus mengembangkan bioreaktor.

Pemerintah Jepang menetapkan pula bahwa biotek menjadi prioritas puncak penelitian Jepang. Dana Pemerintah terutama disalurkan untuk penelitian terapan dan lebih banyak difokuskan pada proyek khusus. Kelebihan Jepang adalah memegang peran penting dalam teknologi fermentasi dan pengolahan mikroba untuk komoditi kimiawi seperti asam amino.

Di Eropa terbentuknya perusahaan-perusahaan yang berfokus pada eksplotasi perkembangan mutakhir dari rekayasa genetika molekular dan penelitian antibody monoclonal di Amerika Serikat merupakan salah satu hasil dari revolusi bioteknologi. Tahun 1984 terdapat 300 perusahaan baru di AS yang mempunyai program utama bioteknologi.

Di Eropa tidak demikian pengembangannya, karena di Eropa untuk melakukan penelitian dasar bioteknologi, berasal dari perusahaan industri tradisional, lembaga keuangan dan jawatan pemerintah. Proyek-proyek yang disponsori oleh pemerintah negara-negara Eropa seperti di Jepang, cenderung difokuskan pada penerapan dari pada penelitian dasar.

Di Jerman, Departemen Penelitian dan Teknologi Federal membantu pengembangan bioteknologi dasar dan transfer bioteknologi untuk industri. Jerman merupakan negara utama di Eropa yang ingin menjadi leader dalam pengembangan bioteknologi, ditunjukkan dengan program yang dicanangkan beserta dananya. Program *Biotech 2000* dengan target mejadi nomor satu di Eropa dalam bioteknologi telah menunjukkan keberhasilannya, seperti yang disampaikan Ernst & Young dalam laporan *Biotechnology 2000*, dimana 279 perusahaan dari 1350 perusahaan bioteknologi di Eropa dimiliki bangsa Jerman. Selama 5 tahun yang berakhir 2000/2001, 3 daerah utama bioteknologi tiap tahun mengundang proposal award untuk berkompetisi dalam peningkatan bioteknologi dengan menyediakan dana DM. 150 juta *grant bio regio*. Program bioteknologi yang baru juga telah diumumkan, yaitu *bio future, bio profile, bio chance dan bio information* yang masing-masing berorientasi kepada kebutuhan spesifik dari sektor bioteknologi. Dalam anggaran tahun 2001, pemerintah Jerman memprogramkan 6 bidang yang ditempatkan paling atas dalam pengembangan Iptek, yaitu bioteknologi, kedokteran molekular, kesehatan dan kedokteran, teknologi informatika, lingkungan dan ruang angkasa. Pemerintah Prancis memberi dana bagi pengembangan bioteknologi melalui Departemen Penelitian dan Industri serta lembaga-lembaga pemerintah seperti *Centre National de la Recherche*

yang mempunyai program dalam biologi molekular dan dapat diterapkan di industri.

Di Inggris dana untuk pengembangan bioteknologi berasal dari Departemen Perdagangan dan Industri, Dewan Ilmu dan Rekayasa dan Dewan Penelitian Kedokteran.

Belanda mempunyai program bioteknologi yang difokuskan pada penelitian dasar dan terapan di universitas serta lembaga penelitian non-profit. Universitas-universitas di Belanda melakukan penelitian biotek bercirikan pendekatan multidisipliner untuk proyek terapan. Aktivitas biotek industri berada pada perusahaan multinasional yang besar.

Di Swiss, penelitian dan pengembangan bioteknologi terdapat di kalangan industri. Perusahaan di Swiss membantu penelitian dasar di lembaga swasta, Universitas untuk penelitian yang difokuskan pada penelitian dasar.

Di Amerika Serikat sampai saat ini memang masih menempati kedudukan yang kuat dalam penelitian dan pengembangan bioteknologi. Pemerintahnya mementingkan penanaman modal dalam penelitian dasar, dan mengimbau untuk meningkatkan perhatian pihak pemerintah, perguruan tinggi dan industri, untuk menemukan cara yang terbaik guna mendorong transfer teknologi. Strategi utama adalah membina perkembangan bioteknologi industri sehingga mampu menghadapi tantangan persaingan internasional.

Di Amerika terdapat Lembaga Kesehatan Nasional (NIH) dengan bagiannya yang disebut Komite Penasehat DNA Rekombinan yang berfungsi untuk mengesahkan hasil semua percobaan yang didanai NIH dan yang melibatkan DNA rekombinan. Saat ini perhatian pemerintah fokus dalam pengembangan industri produk bioteknologi (3).

PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI DI NEGARA BERKEMBANG

Negara-negara Asia merupakan suatu spektrum negara-negara, yang terdiri dari berbagai tingkatan pengembangan, dari negara industri maju seperti Jepang hingga ke negara dengan tingkat ekonomi yang sulit di Asia Selatan, juga negara-negara yang kaya minyak di Timur Tengah yang masih harus melakukan usaha pengembangan untuk dapat berdiri sendiri. Sejauh diketahui mengenai bioteknologi, negara-negara Asia secara garis besar dapat dibagi ke dalam tiga kelompok utama berdasarkan tujuan utama pengembangan bioteknologi, untuk kepentingan industri, pertanian atau keduanya. Di antara negara-negara tersebut, kelompok pertama

adalah Jepang dan Korea, yang secara relatif lebih maju infrastruktur industri dan komersialisasinya. Kelompok kedua merupakan negara-negara yang berusaha memenuhi produksi pangan untuk penduduknya, seperti India dan China, atau khususnya terhadap kebutuhan pertanian. Kelompok lainnya cenderung ada di antara kedua tersebut, yaitu bagi negara berkembang, yang kebanyakan masih dalam tahap transisi dari ekonomi pertanian ke industri. Di antara negara-negara dalam kelompok terakhir ini adalah negara-negara ASEAN (Association of South East Asian Nations), seperti Thailand, Singapore, Phillipines, Malaysia, Indonesia dan Brunei Darussalam. Karakteristik umum dari negara-negara ini diberikan di Tabel 4. Status dari bioteknologi di negara-negara ASEAN akan dijelaskan berikut.

Tabel 4: Karakteristik dari negara-negara ASEAN

Country	Population (Million, 1993)	Population growth (Annual rate, %)	Area (Thousand sq. km.)	Population density per sq. km.	GNP (US\$ million 1991)	GNP/Population (US\$)
Brunei	0.45	6.3	5.8	69	3,057	7,681
Indonesia	200.6	1.8	1919.4	101	94,746	489
Malaysia	18.9	2.4	329.8	55	40,025	2,226
Philippines	68.6	2.1	300.0	219	42,754	650
Singapore	2.8	1.3	0.6	4354	32,124	11,656
Thailand	58.4	1.4	514.0	111	72,128	1,270

Sumber : Modifikasi dari PC Globe, Inc. Tempe, AZ, USA (1992)

Perkembangan bioteknologi di Brunei Darussalam mempunyai beberapa keuntungan di bidang produk alam bioteknologi. Tumbuh-tumbuhan alam di Brunei sangat beragam. 80 % Brunei ditutupi oleh hutan dan 51 % dari hutan ini adalah belum terjamah. Walaupun demikian, suatu sumber daya yang kaya dari material genetik untuk tumbuh-tumbuhan secara terapi dan biologi merupakan substansi yang sangat penting. Departemen pertanian di Brunei menyadari bahwa pengetahuan pengobatan

tradisional dari tumbuh-tumbuhan lama kelamaan akan terlupakan jika tidak dilakukan usaha untuk mengumpulkan, menyebarkan dan mendokumentasikan penggunaan produk-produknya.

Sedangkan di Malaysia lembaga-lembaga penelitian utama pemerintah dengan program penelitian di bidang bioteknologi atau bidang yang berhubungan adalah *Rubber Research Institute, Palm Oil Research Institute dan the Standard and Industrial Research Institute of Malaya*. Universitas utama yang

aktif dalam bidang bioteknologi adalah *University of Malaya*, *National University of Malaysia*, *Universiti Pertanian Malaysia* and *Universiti Sains Malaysia*, yang secara bersama-sama menentukan cukup banyak kegiatan training dan penelitian di tingkat akademi. Dalam rangka untuk meningkatkan komersialisasi ilmu pengetahuan dan teknologi, termasuk bioteknologi, pemerintah telah membangun *Technology Park* untuk mengakomodasi perusahaan sektor swasta dengan program-program dalam pengembangan teknologi. Pemerintah juga telah membuat *Malaysian Technology Development Corporation* untuk menyediakan keuangan bagi penelitian dan pengembangan atau kegiatan alih teknologi dari perusahaan, serta memberikan pinjaman untuk investasi kerjasama baru dan untuk menekankan partisipasi yang seimbang dalam kerjasama tersebut (1).

Perkembangan bioteknologi di Filipina, lembaga utama yang bertanggung jawab dengan misi pengembangan bioteknologi di Filipina adalah *Department of Science and Technology*. Usaha-usaha bioteknologi sekarang pada umumnya adalah pertanian dan agro-industri, seperti perbaikan produk kelapa dan turunannya, energy, lingkungan dan kesehatan. Juga yang memainkan suatu peran besar adalah proyek-proyek yang berkaitan dengan produksi dari bahan bakar bio, penanganan sampah dan produksi antibiotik. Walaupun pengembangan bioteknologi dibatasi karena penurunan tingkat ekonomi saat ini, namun usaha-usaha penelitian dan pengembangan telah dipertahankan, khususnya melalui penguatan jangka panjang dari Universitas. *The University of the Philippines*, sebagai contoh, mempunyai sejumlah unit aktif yang berhubungan dengan bioteknologi, termasuk *the National Institute of Biotechnology and Applied Microbiology*, *the Institute of Plant Breeding and Marine Science Institute*. Lebih lanjut, tujuh Universitas negeri lainnya, lebih dari 10 lembaga penelitian pemerintah

secara aktif melaksanakan penelitian dan pengembangan di bidang bioteknologi. Termasuk juga *Industrial Technology Development Institute*, dengan program aktif pada konversi biologi carbohydrate dan bioteknologi makanan. Kebutuhan untuk tambahan SDM bidang bioteknologi terlihat dari perkiraan saat ini yang hanya tidak lebih 200 peneliti di level Master yang bekerja di beberapa Lembaga. Program training seperti yang dilaksanakan oleh *Project Biotechnology ASEAN - Australia* bagaimanapun dapat memainkan peranan yang penting (1,3,4).

Di antara negara-negara Asia Tenggara, Singapura adalah salah satu yang paling berkembang dan komersial. Kekuatan ekonomi dari negara Singapura mempunyai pengaruh yang kuat dari status bioteknologi, dan kebijakan pemerintah sangat kuat diarahkan terhadap penggunaan bioteknologi sebagai suatu alat yang utama untuk mendukung industri dan perdagangan negara. Promosi dari bioteknologi dikoordinasikan oleh *the Economic Development Board*, suatu lembaga di bawah Menteri Perdagangan dan Industri, yang mengatur *the National Biotechnology Programme* dalam meningkatkan infrastruktur penelitian dan pengembangan, pengembangan SDM, mempromosikan kerjasama universitas-industri dan meningkatkan pertumbuhan industri di bidang bioteknologi.

Investasi terbesar dari pemerintah adalah pembentukan *the Institute of Molecular and Cell Biology* di tahun 1987 dengan tujuan utama untuk keunggulan scientific dalam penelitian dasar di level internasional. Tiga pusat keunggulan lainnya menyediakan kemampuan pengembangan dalam area strategis: *the Bioprocessing Technology Unit*, terfokus pada kemampuan proses, *the Food Biotechnology Centre*, terfokus pada komersialisasi penelitian makanan, dan *BioScience Centre*, menyediakan fasilitas inti untuk meningkatkan kemampuan penelitian di *National University of Singapore*.

Universitas, bersama dengan *Institute for Molecular and Cell Biology*, bertanggungjawab untuk training SDM dalam setiap tingkatan, dengan lembaga Molecular sebagai dasar utama untuk level doctor dan post-doctoral. Pada level pertengahan, dua Polytechnics menawarkan kursus diploma untuk lebih kurang 150 teknikal setiap tahun. Sebagai tambahan, *the Training in Biotechnology Scheme* menyediakan dukungan untuk organisasi workshop dan kegiatan alih teknologi lainnya.

Singapura menawarkan suatu model yang baik untuk kerjasama industri-akademi. Untuk meningkatkan kerjasama tersebut, pemerintah menawarkan tingkat yang lebih tinggi terhadap dukungan penelitian untuk perusahaan yang bekerjasama dengan akademia, dengan hasil sebagai bentuk *join-project* yang utamanya mendukung proyek penelitian bioteknologi. Insentif tambahan dalam bentuk akses fasilitas penelitian dan para ahli diberikan ke perusahaan yang berlokasi di *Singapore Science Park*. Sebagai pemenuhan kebutuhan pengguna, tiga dasar pendekatan telah diadopsi untuk mempromosikan industri bioteknologi. Pertama, insentif dengan bentuk pembebasan pajak untuk biaya royalty dan lisensi diberikan untuk pemberi lisensi teknologi asing. Kedua, penyediaan dana telah ditingkatkan oleh pemerintah dengan pembentukan *Biotechnology Investment Fund*, beroperasi melalui suatu perusahaan komersial, dimana diperoleh investasi langsung atau mengambil bagian dalam partisipasi sejajar dalam proyek komersial. Lebih lanjut, suatu perkumpulan yang besar dari pendanaan kapital ventura swasta telah ditingkatkan, dibantu oleh insentif pemerintah. Ketiga, perusahaan trans-nasional secara aktif mempromosikan untuk lokasi aktivitas litbang di Singapura, melalui penguatan proteksi paten dan memberikan semangat secara aktif dari kerjasama strategis termasuk joint ventura.

Walaupun Thailand masih mempunyai dasar yang lemah dalam bidang bioteknologi seperti negara-negara berkembang lainnya, namun saat ini telah meningkatkan kekuatan dasarnya dengan program-program yang bermacam-macam dari inisiatif pemerintah. Seperti negara-negara berkembang lainnya, Thailand masih harus mencapai perkembangan dalam bioteknologi yang baru untuk menerapkannya dalam masalah-masalah negaranya, khususnya di bidang pertanian, agro-industry, kesehatan dan pengembangan lingkungan. Kebijakan aktif untuk promosi bioteknologi di Thailand mulai pada tahun 1980, pertama dengan membentuk universitas berbasis pusat pengembangan bioteknologi dan pembentukan dari *National Centre for Genetic Engineering and Biotechnology* di tahun 1983. *The Science and Technology Development Board*, yang didirikan di tahun 1985 sebagai project Thai-US, lebih jauh melengkapi input yang besar terhadap pendanaan penelitian dan pengembangan di beberapa universitas dan lembaga riset lainnya. Lembaga-lembaga ini dan dua pusat nasional lainnya untuk teknologi, khusus yang baru-baru ini telah digabungkan ke dalam suatu lembaga baru, *NTSTDA (the National Science and Technology Development Agency)*, terbentuk atas dasar undang-undang yang baru dengan maksud untuk menyediakan pendanaan dan dukungan lainnya ke universitas, lembaga pemerintah lain dan sektor swasta yang sedang melaksanakan kegiatan pengembangan teknologi.

Walaupun, untuk negara sedang berkembang, Thailand dapat dianggap mempunyai dasar yang kuat, tetapi hal ini masih dianggap lemah jika dibandingkan dengan negara-negara maju. Hal ini direfleksikan dengan SDM yang terlibat hanya sekitar seratusan. Di antara kegiatan pendidikan dan penelitian di universitas di bidang bioteknologi adalah *Mahido University, Chulalongkorn University, Kasetsart University, King Mongkut's Institute of Technology Thonburi and Chaing Mai University*.

Lebih lanjut, departemen pemerintah seperti Departemen Pertanian, Perikanan, Persediaan, Kehutanan dan Kesehatan telah aktif melakukan program penelitian, kebanyakan berhubungan dengan bioteknologi, sebagaimana juga dilakukan oleh perusahaan negara *Thailand Institute for Scientific and Technological Research*.

Baru-baru ini pengembangan komersial di bidang bioteknologi di Thailand dipusatkan di bidang pertanian, khususnya produk tanaman, *plant tissue culture of orchids*, tumbuh-tumbuhan ornamental dan produk-produk hortikultur, yang menunjukkan secara relatif area dinamis dari penelitian dan pengembangan original, sementara produksi jagung hibrida dan kacang tumbuh-tumbuhan menunjukkan adaptif penelitian agronomi mengikuti impor dari *parental seed*. Industri bioteknologi di Thailand masih terfokus dengan produk-produk tradisional dari proses fermentasi seperti alkohol, asam organik, makanan tradisional yang difermentasi, umumnya untuk konsumsi lokal. Strategi umum dari sektor perusahaan swasta adalah tidak melakukan aktivitas pengembangan teknologinya, tetapi bergantung pada teknologi impor, dan mempekerjakan peneliti-peneliti universitas, apakah sebagai konsultan atau pegawai full-time untuk suatu kajian teknologi atau kebutuhan adaptasi. Situasi saat ini berubah bagaimanapun dengan melibatkan lebih aktif dari perusahaan Thailand yang dinamis di pengembangan teknologi baik oleh perusahaan tersebut atau kerjasama dengan universitas. Pembentukan yang terbaru dari pendanaan pemerintah untuk skema pinjaman dan grant untuk penelitian, pengembangan dan perbaikan teknologi, dan program universitas yang juga memperbolehkan National Science and Technology Development Agency untuk mengambil bagian yang sama dalam ventura baru, harus secara kuat menstimulasikan keterlibatan sektor swasta di bidang bioteknologi. Suatu Science and Technology Research and Development Park, dengan pusat

laboratorium di National Centre for Genetic Engineering and Biotechnology di lokasinya, harus juga menarik perusahaan swasta untuk menempatkan posisi kegiatan pengembangan teknologinya.

Kebutuhan Bioteknologi di Negara Berkembang

Sesuai definisi di atas, secara garis besar ada dua batasan tentang bioteknologi, yaitu penggunaan pengetahuan dan teknik mengenai proses dan produksi kehidupan dari benda-benda hidup dan teknologi baru di sekitar biologi molekular dan rekayasa genetika. Bila menggunakan batasan yang pertama kebutuhan bioteknologi di negara-negara berkembang dan negara – negara maju sangat besar, tetapi bila menggunakan batasan yang kedua kebutuhan di negara berkembang relatif lebih rendah dari pada kebutuhan negara maju. Karena itu sangat beralasan, bahwa dengan batasan kedua hanya beberapa barang (kecuali bahan farmasi) yang dapat dikomersialkan di negara berkembang (4,5).

Sebagai contoh, banyak penduduk yang memanfaatkan vaksin malaria dari daerah *endemic*, sehingga dalam hal ini pemerintah atau masyarakat internasional perlu mensubsidi produksi dan distribusinya sehingga harga terjangkau oleh masyarakat. Dalam kasus komersil lain yang menarik adalah kebutuhan akibat pasokan teknologi, sebagai contoh produksi sirop fruktosa tinggi untuk industri minuman.

Sering pemerintah diminta untuk mengambil kebijakan, yang menjadi permasalahan adalah seberapa jauh pemerintah dapat melakukan intervensi, dengan cara apa, dan dalam keadaan khusus yang mana, sehingga betul-betul memenuhi keinginan masyarakat. Sebagai contoh kasus dari industri bibit di Thailand, pemerintah membuat kebijakan subsidi tanaman padi dan gandum dalam rangka pengembangan bibit, produksi dan distribusi, karena sejumlah besar petani kecil bergantung pada tanaman

padi dan gandum. Sebaliknya bagi tanaman yang mempunyai profit margin tinggi, seperti industri bibit sayur-sayuran, sebagian besar ditangani swasta dan tidak banyak memerlukan intervensi pemerintah.

Bantuan pemerintah dalam memberikan hasil bioteknologi kepada rata-rata petani di Thailand adalah dengan memberikan pupuk alginure dan virus kebal papaya. Pupuk yang dikembangkan di lembaga riset Thailand dan virus kebal papaya yang dikembangkan di Universitas Kasersat dibantu dananya dari Pusat Rekayasa Genetika dan Bioteknologi Nasional Thailand (1).

BEBERAPA ASPEK PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI NASIONAL

Pengembangan Bioteknologi Nasional didasarkan terutama pada substansi sebagai berikut: Koordinasi pada penelitian yang dilakukan menyangkut pada fokus dan prioritas yang jelas serta arah jangka pendek, menengah dan panjang serta institusi yang memimpin dalam bidang penelitian tertentu dan target produk dan tahapan waktu pencapaian sasaran.

Kerjasama dengan instansi lain, komunikasi ilmiah serta menciptakan suasana kondusif untuk Aliansi Strategis dengan pihak industri dan swasta.

Sarana dan Prasarana pendukung investasi serta sistem Tax insentive yang menarik.

SDM (Sumber Daya Manusia) yang handal, sistem karier dan reward yang jelas dengan dasar objektif dan prestasi.

Sistem pendanaan yang mengikut sertakan pihak industri, swasta dan perbankan di samping dana dari pemerintah.

Pemberian sistem insentif bagi industri atau swasta yang tertarik dan terjun dalam bidang bioteknologi.

Aspek keamanan produk dan kontrol kualitas produk

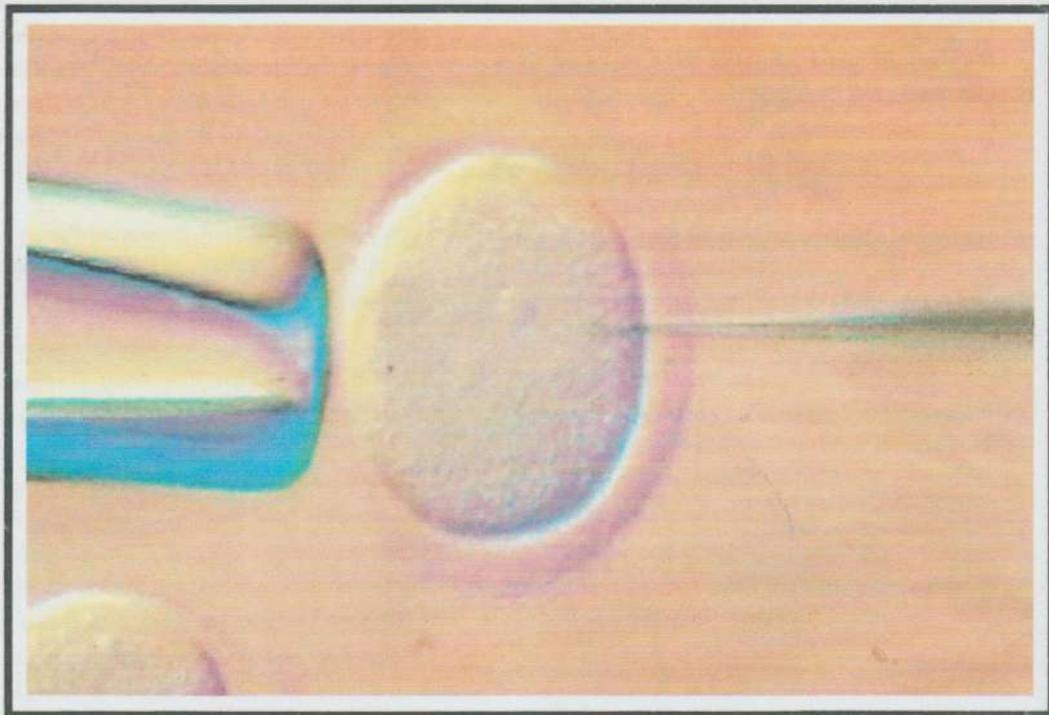
aspek kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi menyangkut penguasaan teknologi terbaru seperti kloning, molecular farming, transgenik, DNA rekombinan dan lainnya. Menciptakan alternatif adanya center of excellence dan pilihan produksi produk yang prospektif seperti yang akan dilakukan dengan pendirian BioIsland di pulau Rempang Batam.

KESIMPULAN

1. Perlunya dilakukan dan diciptakan susasana yang kondusif sehingga terjadi kerjasama dengan industri atau pengguna lainnya dan menciptakan aliansi strategis yang mengarah kepada kesempatan munculnya industri berbasis bioteknologi dan berdasarkan atas Trust (Kepercayaan) dan HaKI
2. Peningkatan kemampuan SDM (Sumberdaya Manusia) dan peningkatan kompetensi, di antaranya melalui pendidikan, pelatihan dan "on the job training"
3. Pendanaan yang disusun atas skema yang prospektif dan kondusif.
4. Strategi pencapaian yang jelas mengenai tahapan pencapaian sasaran antara lain: *Top Research—Nobel Prize—Product, Service, Job Market Driven Research ——— Product, Service, Job Research for training and teaching*
5. Diperlukan adanya dukungan Pemerintah yang berupa kelengkapan kelembagaan, koordinasi, tax insentif, kemudahan investasi dan akses.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yuthavong Y and Gibbons GC. Biotechnology for Development. Principles and Practice Relevant to Developing Countries, National Science and Technology Development Agency, Bangkok, Thailand, 1994.
2. Witarto AB. Kebijakan Bioteknologi Jepang : Upaya Pemerintah Menjadikan Bioteknologi Menjadi Industri Andalan Masa Depan. Proceedings of Seminar on Science Policy, ISTECS Chapter Japan, 2000.
3. Mugabe J. Biotechnology in Developing Countries and Countries with Economies Transition : Strategic Capacity Building Considerations. Background Paper Prepared for the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Geneva, Switzerland. April 5, 2000.
4. Jembere K and Belete W. Towards a National Biotechnology Policy in Ethiopia. Paper prepared for Biotechnology and Public Policy Training Course. Organized by The African Centre for Technology Studies (ACTS), Nairobi, Kenya, 1999.
5. Lee. Kongres National Innovation System of Korea, Presented at S&T and R&D Management Training Program, STEPI.. 2001.



Gambar 1 : Teknologi Transgenik