

STRATEGI PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI DI INDONESIA

Tim Penyusun

Dr. rer. nat. Abu Amar
Dr. Amarila Malik, Apt. M.Si.
Prof. Dr. Ir. Bambang Prasetya
Dr. Ekowati Chasanah
Prof. Dr. Ir. Hari Eko Irianto
Dr. Inez Slamet Loedin
Dr. Karden Mulya
Dr. Puspita Lisdiyanti
Dr. Siswa Setyahadi
Dr. Soeharsono
Dr. Tri Muji Ermayanti

**KONSORSIUM BIOTEKNOLOGI INDONESIA
dan
KEMENTERIAN NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI
Jakarta 2007**

Ringkasan Eksekutif

Buku Putih

STRATEGI PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI DI INDONESIA

Perkembangan bioteknologi secara umum sejalan dengan perkembangan di bidang biologi molekuler, peran bioteknologi selama satu dasa warsa ke belakang dan ke depan telah dan akan tetap memberikan dampak yang sangat besar pada bidang pertanian, kesehatan, lingkungan dan ekonomi pada umumnya. Inovasi di bidang pangan dan farmasi telah menunjukkan potensi yang besar bioteknologi untuk mengembangkan berbagai macam produk, rekayasa tanaman tahan penyakit dan tahan perubahan iklim, pestisida alami, teknologi bioremediasi untuk lingkungan, bahan-bahan farmasi terapeutik, bahan kimia lain dan enzim yang dapat meningkatkan efisiensi produksi.

Indonesia mempunyai posisi strategis dalam memanfaatkan kekayaan alam, namun hingga kini peran bioteknologi masih jauh dari harapan. Oleh karena itu diperlukan suatu kesamaan persepsi dalam mengembangkan bioteknologi di Indonesia. Rencana Umum (**RENUM**) Pengembangan Bioteknologi di Indonesia disusun berdasarkan diskusi selama 3 tahun telah membuahkan suatu analisis dan strategi ke depan tentang pengembangan bioteknologi. Oleh karena bioteknologi sebagai ilmu multidisiplin berkembang sangat pesat maka diperlukan penyesuaian kondisi (*update*) baik yang berkaitan dengan perkembangan ilmu itu sendiri maupun dengan kondisi umum yang berkaitan dengan pengembangan bioteknologi itu sendiri, dengan melihat kondisi aktual di Indonesia. Untuk pengembangan bioteknologi di Indonesia telah disusun visi dan misi. Visi Renum Pengembangan Bioteknologi Indonesia "**Bioindustri untuk Kesejahteraan**" sedangkan misinya disusun sebagai berikut:

- a. Meningkatkan pengungkapan, nilai tambah, dan upaya penyelamatan sumber daya alam.
- b. Meningkatkan kerjasama dan jejaring kerja antara peneliti dan industri.
- c. Meningkatkan penyebaran informasi dan akses pengetahuan kepada masyarakat, akademisi dan usahawan.
- d. Meningkatkan kemampuan, keahlian dan profesionalitas SDM dalam bidang bioteknologi.
- e. Memberikan rekomendasi tentang kebijakan yang terkait pengembangan bioteknologi.

Pengembangan di masa mendatang focus bioteknologi dapat dikelompokkan ke dalam 5 bidang utama yaitu:

Pertama : Bioteknologi Pertanian

Sebagai negara tropis dan sebagian penduduk mempunyai mata pencaharian pertanian, maka peran bioteknologi sangat diharapkan untuk meningkatkan produktifitas, mutu, dan mengurangi biaya produksi serta menciptakan produk, sarana produksi yang ramah lingkungan. Di samping itu bioteknologi pertanian harus mampu merespon pemanasan global yang ditandai dengan musim kering dan banjir yang sudah semakin terjadi namun sulit diprediksi. Prioritas dalam bidang ini adalah:

- a. Pemetaan, eksplorasi gen-gen penting dan sekuen genom hewan, tanaman dan mikroba yang berguna dalam perakitan genetik;
- b. Pengungkapan biokimia dan molekuler serta struktur biologi yang menjadi dasar pertumbuhan tanaman dan hewan;
- c. Penciptaan galur-galur unggul yang dapat merespon kondisi lingkungan ekstrim (cekaman abiotik dan biotik) seperti kekeringan, lahan asam, salinitas tinggi dan lain-lain;
- d. Penciptaan bibit dan benih unggul yang mempunyai produktivitas tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit (meningkatkan produktivitas lahan), komposisi gizi yang lebih baik dan diminati pasar;
- e. Penentuan biokimia dan mekanisme *genetic control* dalam metabolisme pada hewan, tanaman dan mikroba potensi untuk pengembangan produk bahan pangan baru ataupun bahan kimia untuk keperluan industri dan farmasi.
- f. Pengembangan teknik dan metode untuk pengujian keamanan pangan.

Kedua : Bioteknologi Lingkungan

Dengan banyaknya aktivitas industri dan kerusakan lingkungan selama lebih 20 tahun terakhir ini. Pengembangan bioteknologi ke depan mempunyai tugas untuk merehabilitasi kerusakan alam, membersihkan segala jenis pencemaran dan mengurangi dampak kerusakan.

Prioritas program antara lain:

- a. Pengungkapan mikroorganisme dalam habitat alam dan dinamikanya dalam merespon dinamika lingkungan akibat secara alamiah maupun sebagai akibat tekanan aktivitas manusia;
- b. Pengungkapan mekanisme biokimia dalam degradasi polutan secara aerobik dan anaerobik;
- c. Pengungkapan dan pemanfaatan genetik mikroorganisme yang mampu mendegradasi polutan;
- d. Pengembangan infrastruktur pengamanan plasma nutfah (*Specimen Bank, Culture Collection*);
- e. Pengembangan teknik yang cost-effective dalam penanganan limbah;
- f. Pengembangan metode, teknik pengujian dan evaluasi termasuk biocontrol dan biosensor untuk monitoring kerusakan dan penanganan lingkungan.

Ketiga : Bioteknologi Industri (bioproses)

Pengembangan bioteknologi industri terutama ditujukan untuk pengembangan proses lebih bersih, pengurangan biaya proses produksi dan penciptaan produk baru.

Prioritas program antara lain:

- a. Pengembangan galur unggul yang potensial untuk industri, pengembangan metoda dan teknik untuk meningkatkan produktivitas dalam peningkatan skala produksi, dan mencegah *biopiracy*;

- b. Pengembangan rekayasa proses hilir untuk proses separasi dan pemurnian dalam industri pengolahan;
- c. Pemeliharaan dan pengembangan kearifan lokal yang mempunyai nilai tambah;
- d. Peningkatan industri manufaktur yang kompetitif yang mendukung bioproses;
- e. Pengembangan produk dan proses baru yang efisien yang dapat mengurangi biaya produksi dan menurunkan tingkat pencemaran;
- f. Pengembangan metoda untuk monitoring dan kontrol bioproses di industri salah satu contoh adalah pengembangan biosensor dan aplikasinya;
- g. Pengembangan biomaterial, biomimetik, biomembran, bioplastik dan lain lain yang berbasis biodiversitas Indonesia.

Keempat : Bioteknologi Farmasi dan Kesehatan

Sebagai negara yang kaya akan plasma nutfah, maka sejauh ini telah menunjukkan peluang yang besar.

Prioritas yang dikembangkan di sini adalah:

- a. Bioprospeksi plasma nutfah untuk memproduksi bahan-bahan farmasi;
- b. Pengembangan bahan obat berdasarkan terapi protein (antikanker, antianemia, antivirus seperti flu burung dan aids);
- c. Pengembangan teknik down stream untuk produksi obat berbasis protein;
- d. Pengembangan teknologi produksi obat berbasis DNA rekombinan dengan menggunakan keunggulan komparatif Indonesia seperti molecular farming dan molecular pharming;
- e. Mengembangkan kit diagnosa untuk kesehatan.

Kelima : Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.

Indonesia memiliki sumber daya kelautan dan perikanan yang besar mengingat bahwa sekitar 2/3 wilayah Indonesia terdiri dari perairan, terutama laut. Sumber daya tersebut hingga saat ini belum secara skematis digali. Peran bioteknologi dalam eksplorasi, inventarisasi, karakterisasi dan pemanfaatannya dalam 15 tahun mendatang perlu diupayakan. Arah pengembangan bioteknologi kelautan dan perikanan di Indonesia perlu memperhatikan beberapa hal diantaranya adalah :

1. mencegah punahnya biota laut akibat eksplorasi berlebih;
2. menghasilkan berbagai produk baru yang mempunyai nilai tambah,
3. mengurangi ketergantungan impor dengan memproduksi berbagai produk substitusi impor seperti enzim, nutrasetikal, farmasi, pangan, dan lain-lain.
4. mengembangkan teknologi zero-waste pada setiap industri pengolahan perikanan, dan
5. mengembangkan sistem pengelolaan sumber daya laut secara berkesinambungan.

Penelitian dilakukan dengan prioritas:

- a. Pengungkapan fisiologi, genetika, biokimia dan ekologi sumber daya kelautan dan perairan sebagai dasar pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya laut secara berkelanjutan;
- b. Pengungkapan dan pemanfaatan produk metabolit primer dan sekunder dari organisme laut sebagai dasar pengembangan industri bioteknologi berbasis kelautan ;
- c. Penapisan, identifikasi, dan rekayasa genetika produksi bahan bioaktif dalam mendukung industri farmasi, kosmetik, pangan dan non-pangan lain;
- d. Pengembangan teknik bioremediasi di daerah perairan yang tercemar termasuk tambak-tambak budidaya;
- e. Penyiapan produk ornamental laut melalui teknik budidaya berbasis bioteknologi;
- f. Penyiapan produk bernilai tambah dari limbah industri perikanan;
- g. Penyiapan teknologi budidaya berbasis bioteknologi dengan pendekatan multidisiplin yang meliputi penyiapan induk sehat, benih unggul, pengembangan vaksin, probiotik, pengembangan pakan lokal dan lain-lain.
- h. Pengungkapan respon sumber daya kelautan dalam menghadapi perubahan iklim global dan strategi yang diperlukan.

Sebagai rekomendasi untuk pengembangan bioteknologi di Indonesia 2010-2025 diperlukan :

1. Peningkatkan kegiatan litbangrap dalam pengungkapan potensi sumber daya alam khususnya biodiversitas dan kearifan lokal untuk penciptaan nilai tambah dan memperkuat daya saing industri nasional.
2. Peningkatkan kegiatan litbangrap untuk rehabilitasi, konservasi dan pencegahan kerusakan lingkungan.
3. Penempatan peran bioteknologi sebagai faktor kunci keberhasilan pengembangan sektor produksi, kesehatan dan lingkungan yang berkelanjutan.
4. Program prioritas dan fokus kegiatan litbangrap di bidang bioteknologi yang mendorong industri dalam negeri memanfaatkan pasar domestik dengan bantuan teknologi dalam negeri.
5. Peningkatan interkoneksi pengetahuan antara akademisi, peneliti, usahawan, pemerintah, dan masyarakat.
6. Peningkatan penyebaran dan akses informasi global maupun nasional untuk menjamin keaktualan informasi pada semua pemangku kepentingan di bidang bioteknologi.
7. Peningkatan kemampuan, keahlian dan profesionalitas SDM dalam bidang bioteknologi termasuk meningkatkan *critical mass* dan *brain gain* guna untuk mengurangi tenaga kerja asing di Indonesia.
8. Peningkatan desiminasi hasil riset bioteknologi kepada dunia usaha dan masyarakat.
9. Peningkatan jejaring kerja sama luar negeri dengan mengedepankan kepentingan nasional dan kehati-hatian terhadap pencurian sumber daya alam.
10. Terciptanya dan implementasi kebijakan dan regulasi yang terkait dengan pengembangan bidang bioteknologi, termasuk untuk mendorong partisipasi industri nasional dalam kekuatan litbangrap di bidang bioteknologi.
11. Terciptanya dan implementasi regulasi dalam pengelolaan sumber daya alam.
12. Peningkatan sarana penelitian dan *culture collection* yang dibarengi dengan manajemen pemanfaatan yang terkoordinir untuk semua pemangku kepentingan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, kami telah dapat menyelesaikan Buku Putih Strategi Pengembangan Bioteknologi di Indonesia. Buku merupakan hasil “*update*” dari Rencana Umum Kebijakan dan Kegiatan di Bidang Bioteknologi yang telah disusun sebelumnya (2002–2003), oleh para pakar anggota Konsorsium Bioteknologi Indonesia bekerjasama, dengan Kementerian Riset dan Teknologi dan LPPM ITB Bandung. Penyesuaian dengan dinamika perkembangan bioteknologi dan kebijakan serta regulasi di bidang IPTEK, diperlukan untuk menyelaraskan arah pengembangan bioteknologi yang tidak dapat dilepaskan dengan pengembangan IPTEK di Indonesia.

Beberapa acuan dan produk hukum yang berkaitan dengan kebijakan penyelenggaraan pembangunan Iptek di Indonesia, yaitu UUD 1945, UU No. 18 tahun 2002, Inpres No. 4 tahun 2003, Peraturan Pemerintah No. 20 tahun 2005, Visi Misi Iptek 2025, UU No. 17 tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2005-2025, Agenda Riset Nasional (2006-2009). Disamping itu Kementerian Riset dan Teknologi telah menerbitkan enam buku putih Indonesia 2005-2025, tentang penelitian, pengembangan dan penerapan IPTEK untuk bidang ketahanan pangan, sumber energi baru dan terbarukan, bidang teknologi informasi dan komunikasi, bidang pertahanan dan keamanan, bidang teknologi dan manajemen transportasi, bidang kesehatan dan obat. Dalam kaitan pengembangan IPTEK dalam enam buku putih tersebut peran bioteknologi sangat diharapkan, khususnya di bidang pangan, energi dan kesehatan.

Tersusunnya buku ini tidak lepas dari dukungan Kementerian Negar Riset dan Teknologi melalui Asisten Deputi Difusi IPTEK dan para pakar dari anggota KBI. Untuk itu semua penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya. Semoga buku ini dapat bermanfaat semua pihak yang memerlukannya.

Jakarta, Desember 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
<i>Ringkasan Eksekutif</i>	<i>iii</i>
<i>Kata Pengantar</i>	<i>viii</i>
<i>Daftar Isi</i>	<i>ix</i>
Bab I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Landasan Hukum	2
BAB II. BIOTEKNOLOGI DAN PERANANNYA DALAM PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM	3
A. Potensi Sumberdaya Alam dan Keanekaragaman Hayati.....	3
B. Daya Saing Nasional	7
C. Peran Bioteknologi dalam Penciptaan Nilai Tambah Sumber Daya Alam.....	9
BAB III. PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI SAAT INI DI INDONESIA	13
A. Bioteknologi Pertanian.....	14
B. Bioteknologi Peternakan	16
C. Bioteknologi Kelautan dan Perikanan	17
D. Bioteknologi Kedokteran dan Farmasi	22
E. Bioteknologi Industri dan Lingkungan	23
BAB IV. STRATEGI PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI DI INDONESIA	25
A. Visi, Misi dan Nilai-nilai	25
B. Perkembangan Lingkungan Strategis	26
C. Perumusan Asumsi Strategis.....	27
D. Strategi Pengembangan Bioteknologi.....	30
E. Penetapan Prioritas Bidang Bioteknologi.....	31
F. Prakondisi dan Indikator Keberhasilan	35
BAB V. PENUTUP DAN REKOMENDASI	37
<i>Daftar Pustaka</i>	<i>39</i>
<i>Lampiran</i>	<i>41</i>
<i>Aspek Legal dalam Pengembangan Bioteknologi</i>	<i>42</i>
<i>Regulasi Penggunaan Produk Bioteknologi di Beberapa Negara</i>	<i>53</i>
<i>Regulasi Penggunaan Produk Bioteknologi di Indonesia</i>	<i>68</i>
<i>Peraturan dan Perundangan dalam Litbang Bioteknologi</i>	<i>81</i>