

Perkembangan Penelitian Bioteknologi Pertanian di Indonesia

Novianti Sunarlim dan Sutrisno

Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor

ABSTRACT

Research Development of Agricultural Biotechnology in Indonesia. Novianti Sunarlim and Sutrisno. Research in agricultural biotechnology has been developed since the end of 20th century. In 1985, National Committee was formed under the Minister of Research and Technology. Research in agricultural biotechnology has been increased since Riset Unggulan Terpadu (RUT) under Dewan Riset Nasional and Hibah Bersaing in university were given, which make research program that more than one year were possible to do with a continues fund. Research in plant biotechnology were focused on plant improvement, such as pest and disease resistance, were done for rice, soybean, sweet potato, sugar cane, and chocolate and virus resistance for groundnut, tobacco, papaya, potato, and chili. While in animal science, research in biotechnology were focused on production technology, such as artificial insemination and embryo transfer in dairy cow, and also for food enriched by producing probiotics and enzymes. Even though in theory genetic engineering on cattle has a good impact for the future, several problems (i.e. technical, economics, and social) need a careful consideration. In aquaculture, biotechnology research has been conducted for genes transfer to improve resistance to disease and to promote growth. Biotechnology also used to produce vaccines and to detect virus with accuracy and faster. To anticipate problems that might be occur in application of biotechnology, government has issued biosafety regulation.

Key words: Biotechnology, research, output, biosafety

Sejak pertanian dimulai 5.000-10.000 tahun yang lalu manusia sudah mempunyai naluri untuk memilih dan menggunakan benih yang unggul. Mereka mengetahui bahwa keturunan yang baik akan ditentukan oleh induk yang baik, karena sifat dari induk (tetua) diwariskan kepada anaknya. Kenyataan inilah yang mendasari berkembangnya bidang pertanian. Teknologi genetika merupakan cabang ilmu pertanian yang berkembang cepat pada abad ini yang mengubah sistem produksi tanaman, ternak, dan ikan menjadi industri biologi yang lebih baik dan lebih adaptif terhadap lingkungan tumbuh. Penerapan teknologi genetika dengan perubahan bentuk menjadi ideal pada tanaman, ternak dan ikan telah meningkatkan produksi pertanian pada abad ini (Budianto, 2000).

Teknologi genetika memicu terjadinya revolusi hijau (*green revolution*) yang berjalan sejak 1960-an. Dengan adanya revolusi hijau ini terjadi pertambahan produksi pertanian yang berlipat ganda sehingga dapat tercukupi bahan makanan pokok asal serealia. Untuk dapat mempertahankan keberlanjutan revolusi hijau, Sumarno dan Suyanto (1998) menganjurkan rumusan agroekoteknologi yang menekankan pada tindakan bersama antara sistem produksi dan perawatan sumber daya lahan (Budianto, 2000).

Cabang ilmu genetika yang memfokuskan pada genetika level sel dan level DNA membuat terobosan baru pada akhir tahun 1980-an. Ilmu genetika ini menerapkan teknik perbaikan sifat spesies melalui level DNA dengan cara memasukkan gen eksogenus, untuk memperoleh sifat-sifat bermanfaat yang tidak terdapat pada spesies

tersebut. Pada akhir abad 20 perkembangan teknologi genetika atau secara umum disebut bioteknologi mulai berkembang. Menurut Moel-jopawiro (2000a) bioteknologi dalam arti luas didefinisikan sebagai penggunaan proses biologi dari mikroba, tanaman atau hewan untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia. Sedangkan rekayasa genetika didefinisikan dalam arti luas sebagai teknik yang digunakan untuk merubah atau memindahkan material genetik (gen) dari sel hidup. Definisi yang lebih sempit, seperti yang digunakan oleh *Animal and Plant Health Inspection Service* (APHIS) Departemen Pertanian Amerika, rekayasa genetika modifikasi genetik dari suatu organisme dengan menggunakan teknologi rekombinan DNA.

Bioteknologi merupakan bidang ilmu baru di bidang pertanian yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang tidak dapat diselesaikan dengan cara konvensional. Penggunaan bioteknologi bukan untuk menggantikan metode konvensional tetapi bersama-sama menghasilkan keuntungan secara ekonomi. Penggunaan metode konvensional dengan teknologi tinggi memungkinkan keberhasilan program perbaikan pertanian. Bioteknologi harus diintegrasikan ke dalam pendekatan-pendekatan konvensional yang sudah mapan. Bioteknologi berkembang dengan cepat di berbagai sektor dan meningkatkan keefektifan cara-cara menghasilkan produk dan jasa. Untuk alih teknologi dan pengembangan bioteknologi secara layak dan tidak merusak lingkungan, diperlukan berbagai persyaratan selain peraturan perundangan juga modal yang besar.

Salah satu isu strategis yang penting dalam penelitian pertanian

ialah penelitian harus dapat secara terus menerus memperbaiki potensi genetik dan menghasilkan teknologi yang efisien dan ramah lingkungan untuk pembangunan pertanian yang berkelanjutan. Sejalan dengan kebijaksanaan penelitian pertanian pada umumnya, perbaikan bahan genetik melibatkan gabungan pemakaian cara pendekatan konvensional dan modern, dengan penekanan pada aplikasi bioteknologi dalam pelestarian plasma nutfah dan program pemuliaan.

PERKEMBANGAN LEMBAGA PENELITIAN

Penelitian bioteknologi pertanian mulai digalakkan dengan pembentukan Panitia Nasional Bioteknologi di bawah Menteri Negara Riset dan Teknologi pada tahun 1985. Ada 6 tugas yang diberikan

pada Panitia Nasional Bioteknologi, yaitu (1) persiapan dan formulasi kebijakan dan program pengembangan nasional bioteknologi, (2) koordinasi kegiatan penelitian dan pengembangan, (3) promosi aplikasi bioteknologi, (4) mendukung jaringan bioteknologi secara lokal dan internasional, (5) petunjuk pada pengembangan sumber daya manusia, regulasi dalam impor, penelitian dan pelepasan produk rekayasa genetika ke lingkungan, dan (6) melibatkan swasta yang bergerak dalam bidang bioteknologi (Moeljopawiro, 1998).

Kegiatan penelitian bioteknologi pertanian mulai terasa meningkat dengan dilaksanakannya program Riset Unggulan Terpadu (RUT) yang dikelola oleh Dewan Riset Nasional

dan Hibah Bersaing yang dilaksanakan di perguruan tinggi, yang memungkinkan kegiatan penelitian lebih dari satu tahun dengan dana yang berkesinambungan. Mengingat besarnya dana yang diperlukan untuk penelitian bioteknologi maka pada mulanya penelitian bioteknologi terpusat di Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi LIPI, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, dan Pusat Antar Universitas IPB. Pada tahun 1997 dana yang dikeluarkan oleh ketiga organisasi tersebut sekitar 70% dari total pengeluaran penelitian bioteknologi di Indonesia (Moeljopawiro, 1998).

Dengan adanya kerja sama penelitian dan pengembangan sumber daya manusia, bioteknologi pertanian juga telah dilaksanakan

Tabel 1. Daftar lembaga yang bergerak dalam penelitian bioteknologi pertanian

Nama	Status	Bidang penelitian
BPPT	Pemerintah	Tanaman Ternak Hutan Industri
Balitbio	Pemerintah	Tanaman
P3B LIPI	Pemerintah	Tanaman Ternak Hutan Industri
Balitnak	Pemerintah	Ternak
Balivet	Pemerintah	Veteriner
Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan	Pemerintah	Tanaman
Pusat Antar Universitas, IPB	Pemerintah	Tanaman Ternak Industri
Pusat Antar Universitas, ITB	Pemerintah	Industri
Fakultas Peternakan, UNDIP	Pemerintah	Ternak
Fakultas Pertanian, UNS	Pemerintah	Tanaman
Fakultas Pertanian, UGM	Pemerintah	Industri
Fakultas Biologi, UGM	Pemerintah	Tanaman
Pusat Antar Universitas, UGM	Pemerintah	Tanaman Ternak Industri
Fakultas Farmasi, UNAIR	Pemerintah	Tanaman Ternak Kedokteran
Institut Kejuruan dan Ilmu Pendidikan	Pemerintah	Tanaman
Fakultas Peternakan, UNBRA	Pemerintah	Tanaman Industri
Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat	Pemerintah	Tanaman
PT. Fitotek Unggul	Swasta	Tanaman
PT. Intidaya Agrolestari-Inagro	Swasta	Tanaman
PT. Foodtech Utama International	Swasta	Tanaman Industri
Indah Kiat	Swasta	Hutan

Sumber: Moeljopawiro dan Falconi (1999)

di berbagai lembaga penelitian dan perguruan tinggi lainnya. Hasil survei yang dilaksanakan antara Balitbio dan ISNAR pada tahun 1997 didapatkan daftar lembaga-lembaga baik pemerintah maupun swasta yang mengadakan penelitian di bidang bioteknologi pertanian. Daftar tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

PERKEMBANGAN KEGIATAN PENELITIAN

Kegiatan penelitian dan pengembangan bioteknologi tanaman saat ini dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu mikrobiologi terapan, kultur jaringan, dan biologi molekuler.

- Penelitian di bidang mikrobiologi terapan terutama memanfaatkan isolat mikroba terbaik yang tersedia di alam yang berguna untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Untuk tanaman pangan penggunaan mikoriza, rhizobium, dan aspergillus mampu meningkatkan efisiensi pupuk dan meningkatkan hasil padi gogo, kedelai, dan kacang tanah. Biokonversi limbah pertanian seperti jerami dapat dipercepat dengan menggunakan *cytophaga* dan *tricho-derma* sebagai aktivator. Beberapa strain alam dari *Bacillus thuringiensis* telah diidentifikasi dan efektif untuk pengendalian ulatgrayak, penggerek jagung Asia, penggerek batang padi, penggerek buah kapas, dan penggerek tebu. Pengembangan pupuk hayati yang mengandung penambat N nonsimbiotik yang efektif, pelarut fosfat dan mikroba penstabil agregat tanah, insektisida hayati yang terdiri dari cendawan *Beauveria bassiana*, pembuatan pulp dengan menggunakan cendawan pelapuk putih, dan pembuatan bahan penyedap secara mikrobiologi merupakan kegiatan utama yang

di-lakukan di lembaga penelitian bioteknologi di bidang mikrobiologi (Moeljopawiro, 2000b).

- Penelitian kultur jaringan tanaman bertujuan untuk memanfaatkan teknik kultur sel dan jaringan untuk perbaikan bahan genetik. Kegiatan penelitian tersebut terutama untuk mengembangkan teknik induksi dan regenerasi dari anter, embrio, dan protoplas, serta identifikasi varietas yang memiliki efisiensi tinggi dalam proses regenerasi yang merupakan bagian dari transformasi. Pemanfaatan kultur jaringan untuk mikropropagasi telah menunjukkan keberhasilannya. Pada tanaman perkebunan telah berhasil pada tanaman kelapa sawit, kopi, dan teh, selain itu juga dikembangkan kultur suspensi sebagai alternatif dari produksi massal bahan tanaman kelapa sawit, kopi, karet, dan coklat (Moeljopawiro, 2000b).
- Teknik molekuler seperti *restriction fragmen length polymorphism* (RFLP), *random amplified polymorphic DNA* (RAPD), dan *simple sequence repeats* (SSR) telah digunakan untuk karakterisasi plasma nutfah, seleksi dengan bantuan markah, pemetaan gen yang dapat dilanjutkan dengan isolasi dan kloning gen, serta diagnosis penyakit. Dengan markah molekuler telah dilakukan analisis hubungan kekerabatan varietas padi, analisis genetik penyakit blas dan hawar daun bakteri, serta seleksi tanaman padi tahan bakteri hawar daun. Teknik tersebut juga digunakan untuk seleksi kopi Arabika yang tahan terhadap nematoda (Moeljopawiro, 2000b). Dengan menggunakan teknik molekuler dapat dirakit gen untuk

ketahanan terhadap hama dan penyakit tanaman. Selanjutnya melalui transformasi gen tersebut digunakan untuk membuat tanaman transgenik. Beberapa kegiatan perakitan tanaman transgenik di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.

Kegiatan penelitian bioteknologi ternak di Indonesia dapat dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu (1) teknologi produksi seperti inseminasi buatan (IB), *embryo transfer* (ET), fertilisasi *in vitro*; (2) rekayasa genetik seperti *marker assisted selection* (MAS) dan transgenik; (3) pengkayaan pakan; dan (4) bioteknologi veteriner.

- Teknologi IB di Indonesia terutama pada sapi perah telah diaplikasikan sangat luas. Di Lembaga Penelitian Peternakan telah dimulai sejak tahun 1972. Teknologi ini telah memberi dampak yang sangat signifikan terhadap peningkatan produksi sapi perah. Teknologi IB pada domba dan kambing telah digunakan secara baik untuk mendukung program pemuliaan ternak di Balitnak. Keberhasilan teknologi telah melampaui rata-rata keberhasilan IB pada ternak ruminansia kecil. Aplikasi teknologi *embryo transfer* di Indonesia dimulai pada awal dasawarsa 1980-an. Saat ini, penelitian dan penguasaan teknologi telah dilakukan dan dikembangkan oleh Balitnak, Balai Embrio Ternak, LIPI, dan perguruan tinggi seperti IPB, UGM, dan UNAIR. Keberhasilan teknologi ET masih sangat beragam dan dampak untuk perkembangan maupun peningkatan produktivitas ternak masih sangat minimal. Teknologi fertilisasi *in vitro* sudah berkembang dengan pesat tetapi di Indonesia laporan keberhasilannya masih sangat terbatas. Kerja sama dengan Universitas

Tabel 2. Kegiatan penelitian rekayasa genetik tanaman di Indonesia

Tanaman	Karakteristik	Gen	Instansi
Jagung	Tahan hama	Proteinase inhibitor	Balitbiogen
Padi	Tahan hama, penyakit dan kekeringan	Bt, chitinase	Balitbiogen, LIPI
Kacang tanah	Tahan penyakit virus	Coat protein	Balitbiogen, IPB
Coklat	Tahan hama buah	Bt	Balitbiobun
Tebu	- Rendemen tinggi - Toleran kekeringan	Over expression SPS dan PtP, Bet A	PTPN XI (dulu P3GI)
Kentang	Tahan penyakit jamur	Chitinase, hordothionin	IPB
Kelapa sawit	Rendah kandungan asam lemak jenuh	KAS II dan SAD	BPPT
Papaya	<i>Delayed ripening</i>	ACC oxidase	Balitbiogen, LIPI
Jeruk	Tahan CVPD	Gen indigenus	UNUD
Kedelai	Tahan hama dan tinggi nutrisi	Proteinase inhibitor, overexpress gen indigenus	Balitbiogen, UNUD, UNIBRAW
Ubi jalar	Tahan hama	Proteinase inhibitor	Balitbiogen

Sumber: Bahagiawati *et al.* (2003)

Wisconsin, Balitnak sedang mengadakan penelitian dengan memanfaatkan sel telur sapi perah di Wisconsin lalu difertilisasi dengan sperma Bos Banteng untuk selanjutnya di transfer ke resipien di Indonesia (Diwyanto *et al.*, 2000).

- Saat ini Puslitbangnak sedang melakukan koordinasi penelitian gen penciri yang dapat mende-teksi gen yang resisten terhadap infeksi *Fasciola gigantica* dan cacing *Haemonchus contortus* pada domba ekor tipis. Juga diteliti keterikatan antar ayam lokal di Indonesia dan didapat bahwa ayam lokal Cianjur berbeda dengan ayam dari daerah lainnya. Hasil kerja sama antara Balitnak dengan CSIRO Brisbane menunjukkan adanya *linked* (terikat) antara gen prolific domba Jawa dengan gen prolific domba Boorola Merino. Aplikasi rekayasa genetik pada ternak belum dilakukan karena masih banyak kendala misalnya masih mahal biaya reproduksi hewan, pengaruhnya multi gen, dan pengembangan ternak di lapang masih lambat (Diwyanto, 2000).
- Kontribusi bioteknologi dalam penyediaan pakan ternak berkualitas sudah berkembang luas termasuk *single cell protein pro-*

duction, modifikasi genetik untuk meningkatkan nilai nutrisi rumput probiotik dan antibiotik tambahan dalam pakan. Pada industri pakan telah diintroduksi enzim untuk meningkatkan nilai nutrisi dan kualitas pakan. Juga telah dikembangkan teknologi untuk meningkatkan nilai nutrisi selulosa dan hemi selulosa dengan pemberian enzim seperti halnya pada inokulasi bakteri yang bertujuan untuk pengawetan dan peningkatan daya cerna (Diwyanto *et al.*, 2000).

- Kegiatan penelitian bioteknologi veteriner dikembangkan untuk menunjang produksi, terutama dalam deteksi secara dini terhadap suatu penyakit menular, misalnya dengan menggunakan DNA probe yang spesifik pada deteksi penyakit malignant cathamhal fever (MCP). Juga sedang dikembangkan vaksin transgenik untuk beberapa penyakit ternak termasuk unggas (Diwyanto *et al.*, 2000).

Apabila dibandingkan dengan penelitian genetik dan bioteknologi pada tanaman pangan dan hortikultura, penelitian bioteknologi perikanan masih jauh tertinggal. Hal ini terutama disebabkan oleh belum tersedianya fasilitas penelitian yang memadai. Namun demikian, sudah ada beberapa kegiatan penelitian yang cukup intensif dilakukan di-

antaranya transfer gen pemacu pertumbuhan dan gen penambah ketahanan terhadap penyakit pada ikan mas, juga metode *polymerase chain reaction* (PCR-DNA) untuk mendiagnosis virus secara cepat dan akurat yang dilakukan di Lolitkanta Gondol. Diagnosis ini ditujukan untuk virus *white spot* pada udang dan viral nervous necrosis (VNN) pada ikan kakap dan kerapu (Sugama *et al.*, 2000). Selain itu juga sudah dihasilkan vaksin komersial bernama Hydrovet yang dihasilkan dari penelitian dengan menggunakan antigen *Aeromonas hydrophila* yang menghasilkan produk antibodi pada ikan. Hasil ini merupakan hasil kerja sama antara pihak swasta dengan Pusat Penelitian Farmakologi Veteriner yang dimulai tahun 1983 (Moeljopawiro, 1998).

Beberapa institusi telah melakukan kerja sama pada tingkat nasional dan internasional baik formal maupun nonformal (hubungan pri-badi). Kerja sama ini dapat berupa *sharing* dana, peralatan, dan pengembangan SDM maupun pertukaran ilmuwan. Kerja sama non-formal biasanya dalam bentuk *sharing* peralatan dan bahan, umumnya dilakukan antar laboratorium di Indonesia atau dengan laboratorium di negara lain. Kerja sama nasional umumnya berbentuk penelitian yang diajukan dalam suatu

kompetisi hibah seperti RUT, RUK, RUTI, Hibah bersaing, dan lain-lain. Ini dilakukan baik antar sesama lembaga riset pemerintah maupun kerja sama antar lembaga riset pemerintah dengan universitas/pusat kajian/penelitian/swasta, BUMN dan Pemda. Kerja sama internasional yang tercatat antara lain ABSP (Agricultural Biotechnology Support Project), RF (the Rockefeller Foundation), ARBN (Asian Rice Biotechnology Network), ACIAR (Australian Center for International Agricultural Research), JICA (Japan International Cooperation Agency), JIRCAS (Japan International Research Center for Agricultural Sciences), JSPS (Japan Society for the Promotion of Science), MSU (Michigan State University), ISAAA (International Service for the

Acquisition of Agri-Biotech Application) and KNAW (the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences). Tabel 3 memperlihatkan beberapa contoh hasil kerja sama internasional dengan Balitbiogen.

ASPEK KEAMANAN PRODUK REKAYASA GENETIKA

Menyadari kekhawatiran tentang adanya kemungkinan dampak negatif penggunaan produk pertanian berasal dari rekayasa genetik, maka ditetapkan Keputusan Menteri Pertanian No. 856/Kpts/HK.330/9/1997 tentang Ketentuan Keamanan Hayati Produk Bioteknologi Pertanian Hasil Rekayasa Genetik (PBPHRG). Karena di dalam Keputusan Menteri Pertanian tersebut belum mencakup aspek keamanan pangan maka ditetapkan Keputus-

an Bersama Menteri Pertanian, Menteri Kehutanan dan Perkebunan, Menteri Kesehatan, dan Menteri Negara Pangan dan Hortikultura No. 998.1/Kpts/OT.210/9/99; 790.a/Kpts-IX/1999; 1145A/MENKES/SKB/IX/1999; 015A/Nmeneg PHOR/09/1999 tentang Keamanan Hayati dan Keamanan Pangan Produk Pertanian Hasil Rekayasa Genetik (PPHRG). Sebagai implementasi pelaksanaan Keputusan bersama empat Menteri telah dibentuk Komisi Keamanan Hayati dan Keamanan Pangan (Herman, 1999).

Keamanan hayati PBPHRG perlu diuji secara bertahap di fasilitas uji terbatas (*biosafety containment*) mulai dari tingkat laboratorium, rumah kaca/kandang/kolam hingga lapangan terbatas. Pengujian keamanan hayati telah dilakukan pa-

Tabel 3. Tanaman transgenik hasil kerja sama luar negeri

Tanaman	Sifat	Gen	Instansi
Jagung	Tahan penggerak batang	Bt	Balitbiogen/CI Seed Co
Kacang tanah	Tahan PStV	CP	Balitbiogen/ACIAR
Kentang	Tahan PTM	Bt	Balitbiogen/MSU
Ubi jalar	Tahan SPFMV	CP	Balitbiogen/Monsanto
Papaya	Tahan PRSV	CP	Balitbiogen/ISAAA
	Memperlambat kematangan	ACC oxidase antisense	

PStV = peanut stripe virus, PTM = potato tuber moth, SPFMV = sweet potato feathery mottle virus, PRSV = papaya ringspot virus, Bt = *Bacillus thuringiensis*, CP = coat protein, Balitbiogen = Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, ACIAR = Australian Center for International Agricultural Research, MSU = Michigan State University, ISAAA = International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application

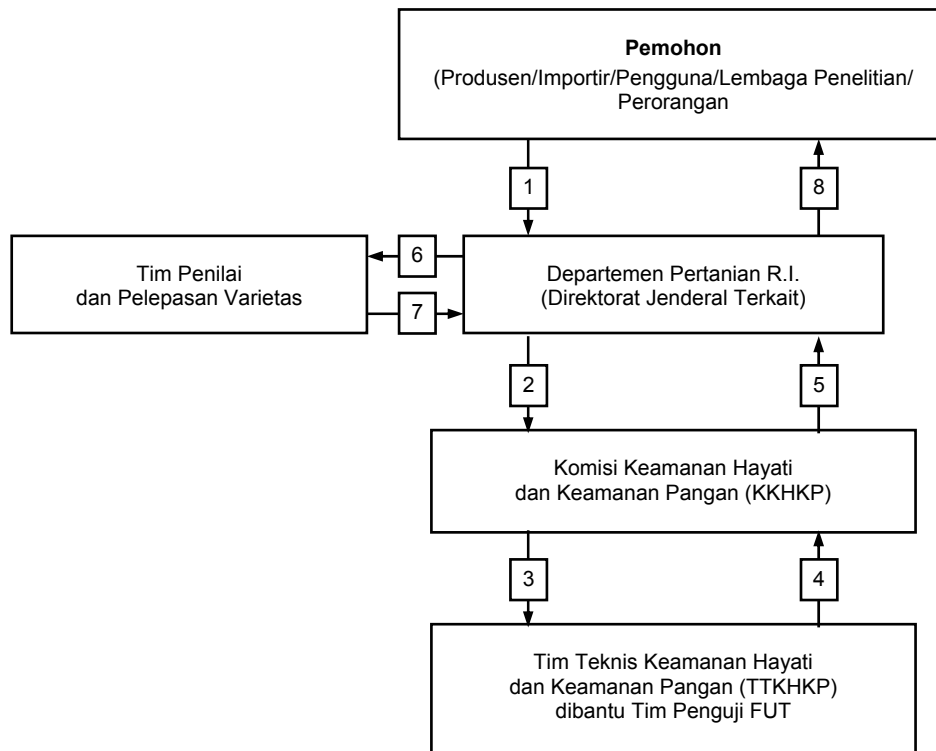
Sumber: Moeljopawiro (2001)

Tabel 4. Status pengujian keamanan hayati tanaman transgenik di Indonesia

Tanaman	Sifat	Institusi	FUT	LUT
Jagung Bt	Tahan hama ACB	Pioneer	Sedang	-
Jagung Bt	Tahan hama ACB	Monsanto	Sudah	Sudah
Jagung pinII	Tahan hama ACB	Balitbio/ABSP	Sedang	-
Jagung RR	Tahan herbisida glyphosate	Monsanto	Sudah	Sudah
Kapas Bt	Tahan hama CBW	Monsanto	Sudah	Sudah
Kapas RR	Tahan herbisida glyphosate	Monsanto	Sudah	Sudah
Kacang tanah	Tahan penyakit Pstv	Balitbio/ACIAR	Akan	-
Kedelai RR	Tahan herbisida glyphosate	Monsanto	Sudah	Sudah
Kentang Bt	Tahan hama PTM	Balitsa/Puslitbangtan/MSU	Sudah	Akan
Padi Bt dan GNA	Tahan hama penggerak batang dan wereng coklat	P3B LIPI	Sudah	Sedang

Bt = *Bacillus thuringiensis*, RR = *roundup ready*, GNA = *Galanthus nivalis agglutinin (snow drop lectin)*, ACB = *asian corn borer*, CBW = *cotton boll worm*, Pstv = *peanut stripe virus*, PTM = *potato tuber moth*, Balitbio = Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, ABSP = Agricultural Biotechnology Support Project, ACIAR = Australian Center for International Agricultural Research, Balitsa = Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Puslitbangtan = Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, MSU = Michigan State University, P3B LIPI = Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Sumber: Moeljopawiro (2000b)



1 = Permohonan izin pemanfaatan tanaman transgenik, 2 = permintaan saran teknik tentang pemanfaatan tanaman transgenik, 3 = permintaan pengkajian kelayakan teknis pemanfaatan tanaman transgenik, 4 = pemberian saran tentang kelayakan teknis pemanfaatan tanaman transgenik, 5 = pemberian rekomendasi tentang usulan pemanfaatan tanaman transgenik, 6 = permohonan izin pelepasan varietas tanaman, 7 = persetujuan/penolakan usulan pemanfaatan tanaman transgenik, 8 = persetujuan/penolakan pelepasan varietas tanaman

Gambar 1. Tata cara pengajuan pemanfaatan tanaman transgenik

Sumber: Herman (1999)

da beberapa jenis tanaman transgenik baik di FUT maupun di lapangan terbatas (LP). Beberapa jenis tanaman transgenik baik yang berasal dari penelitian Balitbiogen, Puslit-bang Bioteknologi LIPI, hasil kerja sama luar negeri ataupun dari PT Monsanto (Monsanto Indonesia) dapat dilihat pada Tabel 4.

Permohonan izin pemanfaatan produk pertanian yang berasal dari rekayasa genetik harus mengikuti skema pada Gambar 1. Pada skema ini ada dua isu, yaitu keamanan atau komersialisasi. Apabila pemohon hanya ingin mengetahui keamanan suatu produk maka step 6 dan 7 dapat dihilangkan. Tetapi bila pemohon ingin mengkomersialkan produk pertanian hasil rekayasa ge-

netik maka harus mengikuti seluruh step. Sebagai contoh bila produk tersebut berupa tanaman maka tanaman tersebut harus mendapat persetujuan dari Tim Penilai dan Pelepas Varietas.

KESIMPULAN

Penelitian bioteknologi pertanian telah berkembang sejak akhir abad 20. Pada penelitian tanaman dilakukan pada penelitian ketahanan hama dan penyakit, pada ternak inseminasi buatan dan transef embrio, sedangkan pada ikan ketahanan terhadap penyakit dan memacu pertumbuhan. Peraturan perundangan tentang keamanan hayati telah dikeluarkan untuk mengantisipasi masalah yang

mungkin terjadi di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahagiawati, Sutrisno, B. Soegiarto, K. Mulya, D. Santoso, S. Suharsono, H. Rijzaani, E. Julianti, A. Estiati, S. Moeljopawiro, A. Rahayu, dan S. Saono. 2003.** Pembangunan kemampuan di bidang bioteknologi dan keamanan hayati di Indonesia. Laporan Proyek National Biosafety Framework GEF-UNEP. Balitbiogen-Deptan dan KLH. Bogor.
- Budianto, J. 2000.** Kemajuan, tantangan, dan peluang teknologi genetik dan bioteknologi di Indonesia. Dalam S. Moeljopawiro *et al.* (Eds.). Prosiding Ekspose: Hasil Penelitian Bioteknologi Pertanian. Jakarta 31 Agustus-1 September 1999. Badan

- Litbang Pertanian. Deptan. hlm. 1-16.
- Diwyanto, K., Supar, dan E. Triwulaningsih. 2000.** Perkembangan bioteknologi peternakan dan prospek penerapannya di Indonesia, *Dalam* S. Moeljopawiro *et al.* (Eds.). Prosiding Ekspose: Hasil Penelitian Bioteknologi Pertanian. Jakarta 31 Agustus-1 September 1999. Badan Litbang Pertanian. Deptan. hlm. 40-69.
- Herman, M. 1999.** Tanaman hasil rekayasa genetik dan pengaturan keamanannya di Indonesia. *Buletin AgroBio* 3(1):8-26.
- Moeljopawiro, S. 1998.** Penelitian dan pengembangan bioteknologi untuk pembangunan pertanian. Seminar Nasional Bioteknologi di UMM Malang.
- Moeljopawiro, S. and C. Falconi. 1999.** Agriculture bioteknologi research indicators: Indonesia. Discussion paper No. 99-07 April 1999. ISNAR, the Netherlands.
- Moeljopawiro, S. 2000a.** Pengaturan keamanan pangan produk pertanian hasil rekayasa genetika. Seminar Sehari Pangan Rekayasa Genetika dan Penerangan PP No. 69 Tentang Label dan Iklan Pangan, Jakarta 12 Juli 2000.
- Moeljopawiro, S. 2000b.** Kemajuan bioteknologi tanaman serta prospek pengembangannya. *Dalam* S. Moeljopawiro *et al.* (Eds.). Prosiding Ekspose: Hasil Penelitian Bioteknologi Pertanian. Jakarta 31 Agustus-1 September 1999. Badan Litbang Pertanian. Deptan. hlm. 18-29.
- Moeljopawiro, S. 2001.** GMOs-current status and regulatory perspectives in Indonesia. The Biosafety Workshop, Jakarta 6-8 Nov. 2001.
- Sugama, K., F. Sukardi, dan A. Poernomo. 2000.** Perkembangan bioteknologi perikanan dan prospek penerapannya di Indonesia. *Dalam* S. Moeljopawiro *et al.* (Eds.). Prosiding Ekspose: Hasil Penelitian Bioteknologi Pertanian. Jakarta 31 Agustus-1 September 1999. Badan Litbang Pertanian. Deptan. hlm. 70-83.
- Sumarno dan Suyamto. 1998.** Agrobioteknologi sebagai dasar pembangunan sistem usaha pertanian berkelanjutan. Prosiding Analisis Ketersediaan Sumber Daya Pangan dan Pembangunan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
-