

Menyikapi Perkembangan Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan

Achmad M. Fagi

Ringkasan

Penerapan bioteknologi pada bidang pertanian terbukti bermanfaat, tetapi masih mengundang isu kontroversial di Indonesia. Penelitian bioteknologi dengan teknik tinggi yang menghasilkan tanaman transgenik masih diperdebatkan, karena belum ada bukti tanaman transgenik menguntungkan atau merugikan. Beberapa negara di dunia menerapkan *permissive policy*, tetapi ada pula yang menganut *precautionary policy* berkenaan dengan pengembangan tanaman transgenik dan penggunaan produknya. Indonesia tergolong negara yang menerapkan *precautionary policy*, tetapi tetap melakukan penelitian tanaman transgenik. Lembaga-lembaga penelitian bioteknologi, termasuk Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen) telah menghasilkan teknologi dari penelitian bioteknologi terapan. Melalui serangkaian kerja sama internasional, pelatihan, pengadaan peralatan dan penelitian, BB Biogen mampu melakukan penelitian bioteknologi pertanian dengan teknik tinggi. Kemampuan BB Biogen untuk membuat tanaman transgenik perlu diteruskan, karena kebergantungan untuk memperoleh gen-gen unggul dari lembaga penelitian bioteknologi internasional akan menjadi perangkat yang merugikan dalam jangka panjang. Tanaman padi perlu mendapat prioritas pertama, diikuti oleh jagung, khususnya dalam penelitian pemuliaan. Pada tanaman padi, bioteknologi diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses pemuliaan. Balai penelitian komoditas sebagai pengguna hasil penelitian bioteknologi dalam pemuliaan tanaman, seharusnya dilibatkan dalam memformulasi prioritas penelitian bioteknologi.

Pada dekade terakhir pengusaha swasta multinasional berusaha untuk memanfaatkan senjang kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi antara negara-negara maju dengan negara-negara berkembang. Karakteristik penelitian yang dilakukan oleh negara-negara berkembang, khususnya Indonesia, adalah menekankan pada produktivitas untuk pemenuhan kebutuhan pangan melalui usaha peningkatan produksi. Sebaliknya, negara-negara maju lebih memfokuskan kepada kenaikan ekspor dan daya saing di pasar internasional dengan meningkatkan kualitas produk dan efisiensi produksi.

¹ Peneliti Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Pengusaha swasta multinasional menginvestasikan modalnya lebih besar dari sebelumnya ke penelitian bioteknologi pertanian, untuk meningkatkan produktivitas, kualitas, dan efisiensi produksi agar mampu bersaing di pasar global.

Pertemuan internasional para ahli dan penentu kebijakan perdagangan internasional pada 15-18 Juli 2001 di Jenewa dengan tema *Ways to Enhance the Production and Export Capacities of Developing Countries of Agriculture and Food Products* merumuskan antara lain bahwa kualitas pangan (*food quality*) harus mencakup keamanan pangan (*food safety*) dan kualitas lingkungan (*environmental quality*) (Azahari 2001). Hal ini berarti bahwa: (1) upaya untuk memperoleh kualitas bahan pangan yang baik harus dimulai dari sejak pra-panen sampai pascapanen, dan (2) negara-negara berkembang didiskreditkan oleh negara-negara maju dalam hal kualitas lingkungan, sebaliknya tanaman hasil rekayasa genetik (tanaman transgenik) yang diekspor ke negara-negara berkembang dicurigai dapat mengganggu kesehatan dan lingkungan. Silang pendapat, yang dilandasi oleh persaingan dagang, menyebabkan penerimaan terhadap tanaman transgenik berbeda antarnegara.

Persaingan teknologi akan semakin ketat pada dekade mendatang, kadang-kadang terselubung kepentingan negara-negara maju untuk menguasai pasar internasional. Indonesia perlu menentukan sikap terhadap produk pertanian hasil rekayasa genetik.

Revolusi Bioteknologi Pertanian: Potensi dan Isu Kontroversial

Potensi

Revolusi bioteknologi pertanian terus berkembang dan berpeluang untuk mengubah sistem produksi dan prosesing pertanian masa depan. Keunggulan yang dapat diharapkan adalah meningkatkan produktivitas (pada tingkat sedang), mengurangi ketergantungan terhadap pestisida atau herbisida, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap pestisida atau herbisida, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, menaikkan kualitas dan nilai gizi pangan (Seragaldin 1999).

Jika didorong dan diarahkan secara tepat, revolusi bioteknologi dapat memberi kontribusi yang besar terhadap pertumbuhan pertanian dan pemantapan ketahanan pangan. Sebagai contoh, teknologi Revolusi Hijau adalah hasil dari bioteknologi terapan yang telah mampu meningkatkan produksi padi dan gandum dunia secara spektakuler pada abad ke-20. Tetapi memasuki milenium ke tiga, laju kenaikan produksi pangan mulai melandai.

Tabel 1. Negara-negara penanam varietas transgenik pada 2004.

Negara	Luas (juta ha)	Jenis tanaman
Amerika Serikat	47,6	Kedelai, jagung, kapas, kanola
Argentina	16,2	Kedelai, jagung, kapas
Australia	0,2	Kapas
Brazil	5,0	Kedelai
Kanada	5,4	Kedelai, jagung, kanola
Cina	3,7	Kapas
Kolombia	0,05	Kapas
Jerman	< 0,05	Jagung
Honduras	< 0,05	Jagung
India	0,5	Kapas
Meksiko	0,1	Kedelai, kapas
Filipina	0,1	Jagung
Paraguay	1,2	Kedelai
Rumania	0,1	Kedelai
Afrika Selatan	0,5	Kedelai, jagung, kapas
Spanyol	0,1	Jagung
Uruguay	0,3	Kedelai, jagung

Sumber: James (2004)

Sementara teknik pemuliaan tanaman konvensional menghadapi keterbatasan pilihan sumber genetik.

Bioteknologi modern berpeluang untuk dimanfaatkan dalam upaya peningkatan produktivitas tanaman melalui perbaikan ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik, peningkatan efisiensi penggunaan input, perolehan produk tanaman alami secara cepat dengan kultur jaringan, peningkatan nilai tambah dan kualitas produk dan residu tanaman, diagnosis penyakit tanaman dan ternak, dan peningkatan efisiensi pemuliaan tanaman (Ives *et al.* 1998).

Tanaman hasil rekayasa genetik yang paling menarik perhatian adalah varietas transgenik. Pada periode 1996-2004 pertanaman varietas transgenik meluas dengan sangat pesat dari hanya 1,7 juta ha pada 1996 menjadi 81,0 juta ha pada 2004. Jenis tanaman transgenik yang luas ditanam pada 2004 dan negara-negara yang menanamnya ditunjukkan dalam Tabel 1. Tampak bahwa jenis tanaman transgenik yang paling dominan ditanam adalah kedelai, jagung, kapas, dan kanola. Pada 2001, luas pertanaman kentang, *squash*, dan pepaya transgenik masing-masing < 0,1 juta ha (James 2001). Pada 2004, luas pertanaman ketiga komoditas tersebut tidak dilaporkan.

Isu kontroversial

Bioteknologi modern dicurigai mengandung kekhawatiran dan risiko baru. Dengan dilepasnya tanaman transgenik ke lahan pertanian di antaranya adalah adanya lompatan gen dan munculnya hama baru. Biji dari tanaman pangan

transgenik dikhawatirkan menimbulkan alergi dan mengandung racun yang berbahaya bagi kesehatan manusia dalam jangka panjang. Risiko ini masih belum terbukti, tetapi telah dijadikan alat provokasi oleh mereka yang anti tanaman transgenik.

Bioteknologi juga terkait dengan sederet isu etika dan HaKI (Hak atas Kekayaan Intelektual). HaKI sumber daya genetik jika didefinisikan secara tidak benar akan mengarah ke hilangnya kepemilikan atas sumber daya genetik lokal. Perhatian harus diberikan secara serius sehubungan dengan pematenan produk olahan *neem* dan beras Basmati oleh suatu perusahaan di Amerika Serikat. Paten ini dibatalkan oleh pengadilan di Amerika Serikat melalui perjuangan gigih dari pemerintah India, walaupun harus mengeluarkan biaya yang sangat mahal.

Setelah Amerika Serikat, makin banyak negara yang menuntut paten atas sumber daya genetik lokal, sehingga tukar-menukar materi genetik tanaman antar-negara akan terhenti. Padahal, varietas berdaya hasil tinggi dari tanaman padi, gandum, dan sereal lain adalah gabungan gen-gen varietas tanaman dari beberapa negara. Tukar-menukar ini dulu bebas dilakukan untuk kepentingan bersama.

Jadi, bioteknologi sekarang justru menjadi ajang perdebatan sengit yang saling bertolak belakang ~ satu pihak menganggapnya sebagai peluang, sedang pihak lain sebagai perusak atau bahaya. Negara-negara di dunia menempuh kebijakan berbeda terhadap tanaman transgenik (Paarlberg 2000):

- (a) *Permissive policy* – Amerika Serikat, sebagai contoh, menempuh kebijakan ini, tetapi selektif dalam pemberian izin. Pengujian keamanan pangan dan keamanan hayati menggunakan teknik yang digunakan bagi tanaman konvensional.
- (b) *Precautionary policy* – Negara-negara di Eropah sangat berhati-hati dalam menggunakan tanaman transgenik.

Baik Amerika Serikat maupun negara-negara Eropa tidak mempunyai bukti kuat bahwa tanaman transgenik berbahaya atau tidak berbahaya bagi kesehatan manusia dan bagi kualitas lingkungan. Perdebatan masalah ini masih belum usai (Tripp 1999), karena dilandasi oleh kepentingan ekonomi daripada kepentingan keilmuan, teknologi, dan kemanusiaan, khususnya kepentingan penduduk miskin di negara-negara berkembang.

Situasi kontroversial tersebut menyulitkan posisi negara-negara berkembang. Negara-negara berkembang menghadapi tekanan dari negara-negara donor, organisasi dan perusahaan swasta multinasional, dan Yayasan Filantropi (Paarlberg 2000).

Apa sikap Indonesia menghadapi isu-isu kontroversial tersebut? Indonesia harus berhati-hati dalam menentukan kebijakan ~ *permissive policy* atau

precautionary policy ~ dengan menggunakan pertimbangan teknik atau non-teknik.

Pertimbangan dalam Pengambilan Keputusan

Evaluasi ADB

ADB (*Asian Development Bank*) mengevaluasi revolusi bioteknologi dan menyimpulkannya seperti berikut (ADB 2000):

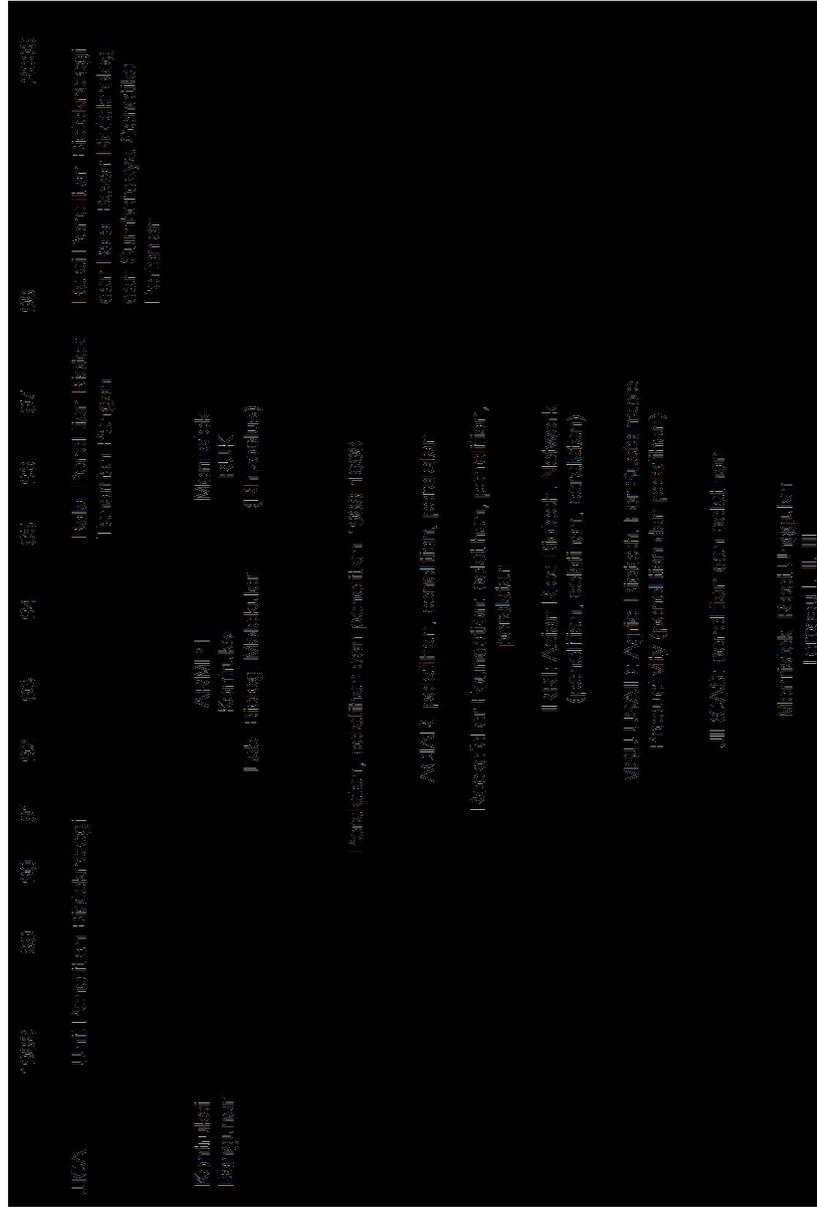
- Penelitian bioteknologi pertanian hanya diselenggarakan oleh beberapa pengusaha swasta multinasional untuk mengatasi masalah yang dihadapi oleh petani kaya di negara maju. Beberapa keluaran dari penelitian sesuai pula dengan masalah yang berkembang di Asia. Tetapi kalau diterapkan akan timbul masalah baru. Sebagai contoh, tanaman yang diperbaiki ketahanannya terhadap herbisida akan mengurangi penyiangan dengan tangan, tetapi akan meningkatkan kebutuhan herbisida. Penggunaan herbisida yang berlebihan bertentangan dengan tujuan awal dari bioteknologi. Varietas tanaman yang mengandung gen *Bt* agar tahan terhadap OPT (organisme pengganggu tanaman) harus dikelilingi oleh varietas tanaman *non-Bt* sebagai penyangga, karena kalau tidak disangga maka akan timbul hama biotipe baru.
- Penelitian bioteknologi diarahkan ke tanaman yang mempunyai potensi industri. Perusahaan swasta tidak tertarik pada penelitian yang bersifat populis, karena mereka mengejar keuntungan. Penelitian kerja sama dengan negara-negara di Asia pun diarahkan ke tanaman ekspor. Jika negara-negara di Asia akan berkiprah dalam revolusi bioteknologi maka mereka harus memperkuat kemampuan nasional untuk menyelenggarakan penelitian bioteknologi.
- Supaya diwaspadai bahwa bioteknologi berpeluang digunakan oleh negara maju dalam merekayasa genetik tanaman untuk mensubstitusi ekspor tanaman tradisional dari negara berkembang. Kalau ini terjadi, pendapatan negara berkembang dari ekspor tanaman unggulannya akan berkurang. Sebagai contoh, tanaman *rape-seed* atau kanola yang mengandung lebih dari 35% asam laurate dalam minyaknya, sekarang diproduksi di Amerika Serikat untuk menghasilkan alternatif dari minyak kelapa sawit. Awalnya *rape seed* adalah tanaman bahan minyak goreng bagi Eropa.

Persaingan dapat pula terjadi antara negara-negara berkembang yang mempunyai kemampuan penelitian bioteknologi pertanian dengan yang tidak mempunyai kemampuan.

Kemampuan penelitian bioteknologi pertanian di Indonesia

Kronologi perkembangan kemampuan penelitian bioteknologi pertanian dari Badan Penelitian dan Pengembangan (Badan Litbang) Pertanian diilustrasikan pada Gambar 1. Pada tahun 1988, pemerintah Jepang melalui JICA (*the Japan International Cooperation Agency*) membantu peningkatan kemampuan penelitian bioteknologi tanaman pangan dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (Puslitbangtan) melalui pembangunan gedung laboratorium dan penyediaan peralatan. Setelah bangunan selesai, Unit Penelitian Bioteknologi (UPB) dibentuk di Puslitbangtan. Untuk melaksanakan penelitian di UPB, *post-doctoral*/bidang mikrobiologi, fisiologi, fitopatologi, entomologi, dan pemulia tanaman ditarik ke Puslitbangtan dari Balai Penelitian (Balit) lingkup Puslitbangtan. Menteri Negara Riset dan Teknologi (Menristek) menunjuk UPB-Puslitbangtan sebagai koordinator jaringan kerja sama nasional penelitian bioteknologi pertanian. Sejak saat itu UPB-Puslitbangtan dengan jumlah peneliti yang terlatih di bidang penelitian bioteknologi pertanian, peralatan yang sangat terbatas, dan anggaran penelitian yang tidak menentu mulai merintis penelitian bioteknologi pertanian. Kegiatan penelitian terfokus ke mikrobiologi tanah. Pada tahun 1995, Balai Penelitian Tanaman Pangan (Balittan) Bogor diberi mandat khusus penelitian bioteknologi tanaman pangan dan berganti nama menjadi Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan (Balit Biotek). Bersama dengan itu peneliti dari Balit Biotek ini memperoleh dana bersaing RUK (Riset Unggulan Kemitraan), dan menghasilkan *Rhizopus* pada tahun 1997. Penelitian kultur jaringan mulai dirintis sejak 1990. Tetapi karena tiadanya peralatan yang memadai dan kurangnya keahlian peneliti, penelitian belum banyak yang berhasil.

Menyadari akan kekurangan-kekurangan tersebut, pada periode 1990-1996/1997 dengan bekerjasama dengan ACIAR (*Australian Centre for Internasional Agricultural Research*) dan *Rockefeller Foundation* dirintis pelatihan pengadaan peralatan dan penelitian. Berikutnya (1992-1996) kerja sama dengan JIRCAS (*the Japan International Research Center for Agricultural Sciences*) di bidang yang sama juga dirintis. Maka, sejak 1993 Balit Biotek lebih siap dalam penelitian kerja sama internasional ARBN (*Asian Rice Biotechnology Network*) yang dikoordinasi oleh IRRI (*International Rice Research Institute*) dan ABSP (*Agricultural Biotechnology for Sustainable Productivity*) yang dikoordinasi oleh Michigan State University. Pada tahun yang sama peneliti dari Balit Biotek mampu bersaing untuk memperoleh bantuan dana dari program RUT (Riset Unggulan Terpadu) selama tiga tahun berturut-turut. (Fagi dan Herman 1998). Setelah kemampuan penelitian Balit Biotek meningkat, terasa perlunya *gene gun* untuk merekayasa tanaman transgenik, dan *biosafety containment* untuk mengisolasi dan mengevaluasi tanaman transgenik sebelum diuji di lapang. Saat ini Balit Biotek, menjadi Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen) telah mempunyai *gene gun* dan *biosafety containment*. IPR



Gambar 1. Kronologi perkembangan kemampuan penelitian bioteknologi Badan Litbang Pertanian.

(*Intellectual Property Right*) diwujudkan dengan didirikannya KP-KIAT (Kantor Pengelolaan Kekayaan Intelektual dan Alih Teknologi). Jumlah peneliti profesional telah bertambah dan didukung oleh peralatan yang memadai. Sebagai contoh laboratorium kultur anter tanaman padi, telah menghasilkan tanaman padi dan digunakan dalam pemuliaan tanaman padi.

BB Biogen telah mulai dapat duduk sama rendah dan berdiri sama tinggi dengan lembaga penelitian bioteknologi pertanian internasional. Ke depan, tanaman transgenik diharapkan dapat direkayasa sendiri, tanpa harus mengimpor produk jadinya dari luar negeri.

Implikasi kebijakan

Setelah peneliti terlatih dan BB Biogen mampu menyelenggarakan penelitian bioteknologi dengan teknik tinggi apakah Badan Litbang Pertanian membuat sendiri tanaman transgenik yang membutuhkan pembiayaan cukup besar? Penulis buku *Governing the GM Crop Revolution: Policy Choices for Developing Countries* (Paarlberg 2000) menyarankan:

- Di negara-negara berkembang, swasta masih belum mau terlibat dalam pembiayaan penelitian dan produksi benih tanaman transgenik.
- Dalam keadaan demikian, negara-negara berkembang lebih baik menggunakan tanaman transgenik introduksi yang dapat dimanfaatkan dalam *back-cross* pemuliaan.
- Negara-negara berkembang seyogianya memfokuskan pada penelitian bioteknologi terapan, seperti: kultur jaringan dan marka molekuler untuk menunjang/mempercepat proses pemuliaan tanaman.

Evaluasi ADB menarik untuk disimak dan dijadikan landasan dalam menentukan kebijakan tentang produk bioteknologi pertanian. Anjuran dari Paarlberg (2000) agar negara-negara berkembang menggunakan tanaman transgenik yang dihasilkan oleh lembaga penelitian swasta internasional sebagai induk persilangan dalam pemuliaan tanaman di negara-negara berkembang akan membuat negara-negara berkembang terperangkap oleh ketergantungan kepada perusahaan swasta multinasional, karena tanaman transgenik yang dihasilkan pasti telah mendapat perlindungan HaKI.

Pemanfaatan keunggulan bioteknologi akan tidak berarti bagi petani kecil kalau HaKI diterapkan pada hasil penelitian bioteknologi. Dominasi perusahaan swasta dalam penelitian bioteknologi membangkitkan kekhawatiran terhadap fase baru yang disebut *comparative disadvantage*, dan meningkatkan ketergantungan negara-negara berkembang ke negara-negara maju. Hal ini tidak dapat diabaikan dan pemerintah supaya memainkan peranannya. Mekanisme pengaturan dan perlindungan yang efektif harus diciptakan agar bioteknologi dan produknya tidak menjadi tamu di negara sendiri. Setiap instrumen transformasi supaya dimobilisasi dalam rangka memantapkan

ketersediaan pangan dan membantu penduduk miskin agar ketahanan pangan mereka terjamin.

Penelitian Strategis ke Depan

Prioritas penelitian

1. Pendekatan metodologi

Penelitian bioteknologi pertanian selain menyita waktu juga memerlukan dana yang besar. Sebab itu perlu menentukan prioritas penelitian bioteknologi pertanian dengan menggunakan kriteria yang terukur. Kerangka konseptual untuk menentukan prioritas penelitian yang dikemukakan oleh banyak ahli disintesis oleh Braunschweig *et al.* (1999) menjadi *the Analytical Hierarchy Process* (AHP), yang terdiri atas beberapa tahap.

Langkah 1: Pernyataan masalah dalam struktur hierarki.

Langkah ini terbagi menjadi tiga tingkat pembahasan. Tingkat pertama adalah pembahasan sasaran utama (*goal*) berkenaan dengan rangkaian kegiatan sebagai kriteria dalam menentukan prioritas penelitian. Tingkat kedua adalah pembahasan kriteria menyangkut antara lain tinjauan penelitian yang relevan dengan sasaran, sedangkan tingkat ketiga menentukan alternatif proyek-proyek penelitian.

Langkah 2: Pembobotan kriteria dan evaluasi proyek penelitian.

Kriteria dari usulan-usulan proyek penelitian dibandingkan satu sama lain untuk menentukan pentingnya proyek berkaitan dengan sasaran. Skala penilaian dalam Tabel 2 menterjemahkan penilaian verbal dalam angka.

Langkah 3: Penilaian disintesis menjadi prioritas.

Untuk tiap proyek, nilai dalam Tabel 2 dikalikan dengan bobot dari kriteria, dan hasil perkalian dijumlahkan untuk mendapatkan prioritas (nilai penjumlahan terbesar mendapat prioritas pertama).

Tabel 2. Skala utama penilaian komparatif antara proyek-proyek penelitian bioteknologi pertanian (Braunschweig *et al.* 1999).

Nilai	Pengertian
1	Tampaknya penting/diperlukan
3	Agak lebih penting/diperlukan
5	Lebih penting/diperlukan
7	Sangat penting/diperlukan
9	Amat sangat penting/diperlukan
2,4,6,8	Nilai antara, merefleksikan kompromi

2. Proses penentuan prioritas

Proses penentuan prioritas berlangsung paling tidak dalam lima kali pertemuan. Pertemuan awal berlangsung selama sehari, pertemuan ke-2, 3, dan 4 masing-masing dua hari, dan pertemuan final hanya separuh hari.

Peneliti dari lembaga penelitian bioteknologi pertanian memformulasi proyek dalam bentuk usulan proyek. Gagasannya dipresentasikan dan dibahas dalam pertemuan awal. Penilaian dalam pertemuan-pertemuan berikutnya berdasarkan: (1) komponen riset dari proyek, (2) relevansinya secara ilmiah, dan (3) komponen riset penting yang dikaitkan dengan pengembangan hasilnya.

Kriteria penilaian menyangkut aspek ekonomi, sosial, lingkungan, dan kelembagaan dengan rincian seperti berikut:

- aspek ekonomi ~ keuntungan sosial (*social benefit*), diversifikasi produk, biaya proyek langsung.
- aspek sosial ~ distribusi manfaat antarkelompok sosial, risiko terhadap kesehatan,
- aspek kelembagaan ~ pengembangan kapasitas lembaga, pengembangan kapasitas sumber daya manusia.

Kriteria tersebut dimasukkan sebagai hierarki 1 ~ potensi dampak (H_1).

Peluang keberhasilan dari proyek penelitian bioteknologi pertanian dan peluang keberhasilan adopsi teknologi juga dinilai, masing-masing ditunjukkan dalam Gambar 2 dan Gambar 3. Para peserta pertemuan ke-3 diberi dokumen usulan-usulan proyek penelitian dan penilaian awal dari pertemuan ke-2 untuk



Gambar 2. Hierarki 2 ~ keberhasilan penelitian (H_2) (Braunschweig *et al.* 1999).

Prioritisasi
 proyek penelitian sehubungan
 dengan peluang keberhasilan
 penelitian

<p>Situasi pengguna akhir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sangat baik • Baik • Dapat diterima • Kurang • Tidak memadai 	<p>Ketertarikan pengguna akhir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sangat baik • Baik • Dapat diterima • Kurang • Tidak memadai 	<p>Proses pengembangan dan alih teknologi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sangat baik • Baik • Dapat diterima • Kurang • Tidak memadai 	<p>Penerimaan publik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tinggi • Sedang • Rendah
--	---	--	---

Skala penilaian

Kriteria

Sasaran

Gambar 3. Hierarki 3 ~ keberhasilan adopsi teknologi (H_3) (Braunschweig 1999).

memperlancar evaluasi usulan-usulan proyek (lulus seleksi pertama pada pertemuan ke-2). Pada pertemuan ke-4, usulan-usulan proyek yang lulus seleksi kedua, diberikan kepada ahli di luar lembaga penelitian pengusul.

Penelitian Teknik Budi Daya

Bioteknologi digolongkan menjadi bioteknologi terapan dan bioteknologi teknik tinggi; yang terakhir menghasilkan tanaman transgenik atau GMO (*genetically modified organism*). Lembaga penelitian dalam Tabel 3 telah mampu menyelenggarakan penelitian bioteknologi terapan dan menghasilkan teknologi budi daya seperti pupuk organik, rhizoplus, biopestisida, vaksin, dan sebagainya. Pengguna hasil penelitian bioteknologi terapan adalah Balai penelitian (Balit) komoditas di lingkup atau luar Badan Litbang Pertanian, petani individual atau kelompok tani. Oleh sebab itu, peneliti dari Balit komoditas dan pelaku agribisnis harus dilibatkan dalam menentukan prioritas penelitian bioteknologi pertanian, antara lain usulan penelitian dari BB Biogen. Penelitian bioteknologi teknik tinggi masih belum dilaksanakan di semua lembaga penelitian bioteknologi (Tabel 3), walau telah memiliki keahlian dan peralatan, karena lembaga penelitian bioteknologi tersebut belum mampu mengisolasi gen yang diperlukan.

Perusahaan multinasional dari negara-negara maju menginvestasikan dana sangat besar dalam penelitian GMO. Perusahaan-perusahaan ini membuka pelatihan bagi peneliti dari negara-negara berkembang di laboratoriumnya, tetapi dengan persyaratan ketat dan dilandasi oleh HaKI. Kebanyakan penelitian tersebut terfokus kepada ketahanan tanaman terhadap

Tabel 3. Lembaga penelitian bioteknologi pertanian di Indonesia

Status	Lembaga penelitian	Fokus penelitian
Instansi pemerintah	• Balit Bioteknologi Tanaman Pangan (sekarang menjadi Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Badan Litbang Pertanian	- Tanaman - Kultur jaringan - Biologi molekuler
	• Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)	- Tanaman dan ternak - Kultur jaringan - Biologi molekuler - Engineering genetik
	• Balai Besar Penelitian Veteriner, Badan Litbang Pertanian	- Ternak - Vaksin - Diagnosis penyakit - Kultur embrio
	• Unit Penelitian Bioteknologi Tanaman Perkebunan, Badan Litbang Pertanian	- Tanaman - Biologi molekuler - Kultur jaringan
	• Pusat Penelitian Gula, Badan Litbang Pertanian	- Tanaman tebu - Kultur jaringan - Biologi molekuler
Perguruan tinggi pemerintah	• Pusat Penelitian Bioteknologi Lintas Perguruan Tinggi, Institut Pertanian Bogor	- Tanaman dan ternak - Kultur jaringan - Biologi molekuler
Swasta, nonkomersial	• Pusat Biologi Veteriner	- Ternak - Vaksin - Kultur jaringan
Swasta, komersial	• PT Fitotek Unggul	- Tanaman - Kultur jaringan
	• Inagro	- Pupuk organik - Kultur jaringan

herbisida atau hama, dan toleransi terhadap kekeringan (Tabel 4). Tanaman yang dihasilkan dapat digunakan sebagai tetua dalam pemuliaan tanaman di negara-negara berkembang dengan persyaratan yang mengikat dalam jangka panjang. Kekhawatiran ADB (2000) terbukti dari hasil penelitian bioteknologi di negara-negara maju (Tabel 4).

Di luar negeri, termasuk IRRI, bioteknologi telah digunakan dalam pemuliaan padi. Khush dan Brar (1999) menunjukkan penggunaan bioteknologi pada pemuliaan tanaman padi, seperti diuraikan berikut:

- Biologi seluler dan molekuler merupakan alat yang dapat meningkatkan efisiensi metode pemuliaan, sehingga menjadi pendekatan baru dalam pemuliaan tanaman padi.

Tabel 4. Tipe penelitian GMO yang diselenggarakan oleh perusahaan multinasional.

Karakteristik	Contoh	Justifikasi
• Kualitas produk untuk industri atau petani maju	- pemanjangan masa masak tomat - jagung kaya pati	Pengembangan pangan baru atau bahan baku untuk industri
• Ketahanan terhadap herbisida	- berbagai jenis tanaman toleran herbisida tertentu	Penggunaan herbisida secara lebih efisien atau penggunaan herbisida yang lebih aman
• Ketahanan terhadap hama atau penyakit	- kapas tahan hama buah - tembakau tahan virus	Pengurangan penggunaan pestisida
• Ketahanan terhadap cekaman abiotik	- jagung toleran kekeringan	Peningkatan hasil atau produksi jagung pada lahan marjinal

Sumber: Tripp (1999).

- Keberhasilan penggunaan bioteknologi termasuk regenerasi protoplas padi Japonika dan padi Indica, perakitan galur padi transgenik melalui manipulasi protoplas, pengembangan peta molekuler komprehensif yang terdiri atas lebih dari 2.000 marka DNA, penandaan (*tagging*) gen-gen yang bernilai ekonomi dengan RFLP (*restriction fragment length polymorphic* DNA), dan karakterisasi molekuler dari populasi patogen, serta produksi dari hibrida interspesifik melalui penyelamatan embrio (*embryo rescue*).
- Kultur anter dan seleksi-panduan molekuler digunakan untuk meningkatkan efisiensi pemuliaan padi secara konvensional.
- Karakterisasi molekuler patogen membantu dalam mendeterminasi strategi pergiliran varietas (*gene deployment*); hibridisasi luas dan transformasi digunakan untuk memperluas *gene pool* tanaman padi.

Penelitian kebijakan

Sukses awal dari rekayasa genetik tanaman menjadi pilihan teknologi alternatif dalam pemuliaan tanaman. Ini mendorong kegairahan pengusaha swasta multinasional dalam investasi penelitian bioteknologi pertanian.

Isu-isu penelitian bioteknologi, baik yang bersifat umum maupun khusus, dikelompokkan ke dalam aspek sosial, ekonomi, dan kelembagaan. Tantangan penelitian kebijakan berkenaan dengan masing-masing isu dikemukakan dalam bentuk *output* penelitian yang ingin dicapai.

1. Output penelitian

- 1.1 Dampak pertanaman tanaman GMO terhadap pendapatan dan ketahanan pangan petani kecil/masyarakat berpendapatan rendah.
- 1.2 Rancangan dan implementasi kebijakan yang tepat bagi pengembangan tanaman GMO dan penggunaannya oleh petani kecil.
- 1.3 HaKI yang terkait dengan keamanan hayati, keamanan pangan, pemasaran, perimbangan alokasi dana pemerintah dan swasta, kebijakan regulasi dan fasilitas,
- 1.4 Prioritas penelitian dan pengembangan bidang biologi untuk mengatasi masalah kritis yang dihadapi petani kecil dan konsumen berpendapatan rendah dengan pendekatan ekoregional.
- 1.5 Mantapnya ketahanan pangan, luasnya keanekaragaman pangan, terpeliharanya keanekaragaman hayati akibat penerapan HaKI atau PVT.
- 1.6 Perlindungan pengetahuan dan varietas/jenis tanaman lokal dengan paten eksklusif dan pengaruhnya terhadap ketahanan pangan.
- 1.7 Kebijakan investasi pemerintah dan swasta, dan keuntungan sosial (*social benefit*) dari inovasi biologi molekuler,
- 1.8 Metode seleksi teknologi biologi molekuler yang berdampak positif terhadap kemiskinan, ketidaktahanan pangan, dan pelestarian lingkungan.

2. Pengumpulan data

Data dikumpulkan atau diperoleh dari sumber data seperti di uraikan berikut:

Pertama, pertemuan yang mendiskusikan tentang isu-isu terkini dan pertemuan konsultatif untuk menentukan tema-tema penelitian prioritas seperti disusun dalam Tabel 5.

Kedua, laporan dari instansi terkait, laporan-laporan konsultatif, bahan diskusi, dan pendapat masyarakat (resensi koran/majalah).

Ketiga, kuesioner yang bersifat *open-ended* dikirimkan ke penentu kebijakan di tingkat pusat dan daerah, konsultan, peneliti, donor, dan LSM.

Fokus atau tema penelitian kebijakan menjadi tanggung jawab Pusat Penelitian dan Pengembangan (Puslitbang) dan Balai Besar di lingkup Badan Litbang Pertanian yang secara spesifik ditunjukkan dalam Tabel 6.

Tabel 5. Output penelitian dan fokus penelitian kebijakan.

Kode output ¹⁾	Kebijakan produksi pangan	Kebijakan pangan	Kebijakan perdagangan, kewenangan, kesehatan, hukum
1.1	xxx	x	
1.2	xxx	x	
1.3	xx	xxx	xxx
1.4	xxxx	x	x
1.5	x	xxx	xx
1.6	x	x	xxx
1.7	xx	x	xxx
1.8	xxx	x	x

¹⁾ Lihat halaman sebelumnya

Tabel 6. Tanggung jawab penelitian kebijakan produksi, kebijakan pangan lingkup Badan Litbang Pertanian.

Kode output ¹⁾	Puslitbangtan/Horti/Nak	Puslitbang Sosek	BBSDLP
1.1	xxx	xx	x
1.2	xxx	xx	xx
1.3	xxx	xx	x
1.4	xxx	xx	x
1.5	xxx	x	xx
1.6	xx	xxx	x
1.7	xx	xxx	x
1.8	xx	xxx	x

¹⁾ Lihat halaman sebelumnya
 xxx penanggung jawab utama
 xx peserta utama
 x peserta

Kesimpulan

Kebijakan tentang pengembangan tanaman transgenik dan konsumsi produk tanaman transgenik hasil rekayasa genetik yang menggunakan teknik tinggi masih kontroversial. Banyak negara yang menerapkan *permissive policy*, tetapi banyak juga yang menganut *precautionary policy*. Indonesia tergolong negara yang menerapkan *precautionary policy*.

Lembaga-lembaga penelitian di Indonesia, termasuk BB Biogen, telah berhasil melaksanakan penelitian bioteknologi pertanian dan mampu melaksanakan penelitian bioteknologi dengan teknik tinggi karena didukung oleh keberadaan peneliti yang terlatih dan peralatan yang memadai.

Kemampuan untuk merakit tanaman transgenik secara mandiri harus ditingkatkan. Kebergantungan kepada lembaga internasional untuk memperoleh gen-gen unggul yang akan digunakan dalam merakit galur-galur tanaman transgenik akan menjadi perangkap yang merugikan dalam jangka panjang.

Penelitian bioteknologi pada tanaman padi adalah langkah awal yang strategis. Penggunaan teknik bioteknologi dalam pemuliaan tanaman padi akan meningkatkan efisiensi metode pemuliaan. Prioritisasi penelitian bioteknologi pertanian perlu melibatkan *stakeholders* hasil penelitian bioteknologi, yaitu Balai Penelitian Komoditas.

Bersamaan dengan keberhasilan perakitan tanaman transgenik dan adanya *biosafety regulation*, Indonesia sudah saatnya menerapkan *permissive policy*.

Pustaka

- ADB (Asian Development Bank).2000.Rural Asia: beyond the green revolution. a. study of rural Asia, on overview. ABD, Manila, Publication Stock No. 110599.
- Azahari, D.H. 2001. Laporan perjalanan ke luar negeri. Memorandum 28 Juli 2001.
- Braunschweig, T., W. Janssen, C. Munoz and P. Rieder. 1999. Setting Research Priorities for the Chilean Biotechnology Program. *In: J.L. Cohen (Ed.)*. Managing Agricultural Biotechnology ISNAR-CABI Pub. p. 53-65.
- Fagi, A.M. and M. Herman. 1998. Current status of agricultural biotechnology research in Indonesia. *In: C.L. Ives and B.M. Bedford (Eds.)*. Agricultural biotechnology in international development. Biotechnology in Agriculture Series No. 21 CABI Pub. p. 35-48.
- Ives, C.L., B.M. Bedford and K.M. Maredia. 1998. The Agricultural Biotechnology for Sustainable Productivity Project: A New Model in Collaborative Development. *In: C.L. Ives and B.M. Bedford (Eds.)*. Agricultural Biotechnology in International Development, Biotechnology in Agriculture Series No. 21. CABI Pub. p. 1-14.
- James, C. 2001. Global review of commercialized transgenic crops. ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application). Brief No. 24-2001, 20 p.
- James, C. 2004. Global status of commercialized biotech GB Crops. Preview, No. 32-2004, ISAAA.

- Khush, G.S. and D.S. Brar. 1998. The Application of Biotechnology to Rice. *In: C.L. Ives and B.M. Bedford (Eds.). Agricultural Biotechnology in International Development, Biotechnology in Agriculture Series No. 21* CABI Pub. p. 97-121.
- Paarlberg, R.L. 2000. Governing the GM crop revolution: policy choices for developing countries. food, agriculture and the environment. Discussion Paper 33. IFPRI, Washington D.C. 36 p.
- Serageldin, I.1999. Biotechnology and food security in the 21th century. *Science* 285 (5426):289-484.
- Tripp, R. 1999. The Debate on Genetically Modified Organism: Relevance for the South. *In: J.L. Cohen (Ed.). Managing Agricultural Biotechnology.* ISNAR-CABI Pub. p. 15-23.