

PERAN BIOTEKNOLOGI DALAM PEMBANGUNAN PERTANIAN DI INDONESIA

Sutrisno

Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
Jl. Tentara Pelajar No. 3A, Bogor 16111

PENDAHULUAN

Kecepatan pertumbuhan penduduk Indonesia pada periode 2000-2010 yang diprediksi sebesar 1.4% per tahun menuntut peningkatan ketersediaan pangan, obat-obatan, sandang, dan papan. Dari jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2003, 37.3 juta jiwa atau 17.4 % merupakan penduduk miskin yang sebagian besar bekerja sebagai petani. Oleh karena itu, stabilitas ketersediaan pangan, obat-obatan dan sandang serta peningkatan kesejahteraan petani merupakan masalah pokok dalam pembangunan pertanian. Untuk itu pembangunan pertanian tidak hanya diarahkan untuk peningkatan produksi, tetapi juga untuk menghasilkan produk berkualitas yang berdaya saing tinggi dengan sistem produksi yang efisien.

Peningkatan produksi komoditas tanaman seperti pangan, sayuran dan kapas menghadapi berbagai kendala, antara lain: areal pertanian semakin sempit dan kurang produktif, akibat alih fungsi lahan pertanian subur dan pembukaan areal pertanian baru pada lahan yang kurang subur dan marginal dan serangan organisme pengganggu tanaman. Sementara itu peningkatan produksi ternak juga sukar dicapai disebabkan oleh sulitnya meningkatkan populasi ternak, sedangkan permintaan selalu meningkat. Ilmu pengetahuan dan teknologi telah, sedang, akan tetap berperan dalam mengatasi kendala dalam pembangunan pertanian.

Sampai dengan tahun 2025 ada empat program pembangunan Ilmu pengetahuan dan teknologi, yaitu: [1] Program Penelitian dan Pengembangan Iptek; [2] Program Difusi Iptek; [3] Program Penguatan Kelembagaan Iptek; dan [4] Program Peningkatan Kapasitas Iptek Sistem Produksi. Program pembangunan Iptek ini, diimplementasikan pada enam bidang fokus utama Iptek, yakni: [1] ketahanan pangan, [2] sumber energi baru dan terbarukan; [3] teknologi dan manajemen transportasi, [4] teknologi informasi dan komunikasi, [5] teknologi pertahanan, dan [6] teknologi kesehatan dan obat-obatan (Kementerian Negara Riset dan Teknologi, 2005)

Pembangunan ilmu pengetahuan dan teknologi ketahanan pangan diarahkan untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat yang

cukup, bergizi, aman, sesuai selera, dan keyakinannya melalui peningkatan produktivitas, kualitas, dan efisiensi produksi pertanian, perikanan, dan kehutanan secara berkelanjutan, pengolahan hasil, dan penganekaragaman pangan. Prioritas utama adalah untuk mendukung terwujudnya kemandirian ketahanan pangan, revitalisasi nilai kearifan lokal, dan meningkatkan kemitraan antar-kelembagaan. Komoditas pangan yang menjadi prioritas diselaraskan dengan kebijakan revitalisasi pembangunan pertanian, perikanan, dan kehutanan. Kerangka kebijakan Iptek ketahanan pangan adalah untuk meningkatkan daya dukung teknologi untuk mempertajam prioritas penelitian, memperkuat kapasitas kelembagaan, menciptakan iklim inovasi, dan membentuk SDM yang handal dalam pengelolaan pangan. Kebijakan tentang ilmu pengetahuan dan teknologi untuk ketahanan pangan ditujukan kepada dukungan teknologi, peningkatan kapasitas kelembagaan, pengembangan iklim inovasi, dan pembentukan sumberdaya manusia yang handal. Bioteknologi merupakan salah satu teknologi yang berperan dalam pembangunan pertanian (Dewan Riset Nasional, 2006).

Bioteknologi yang juga merupakan salah satu program Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian diharapkan berperan dalam mewujudkan tujuan peningkatan dan stabilitas produksi, peningkatan mutu dan nilai tambah produk pertanian (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2005). Bioteknologi adalah segala bentuk penerapan teknologi yang menggunakan sistem biologi, organisme hidup atau turunannya untuk membuat atau memodifikasi produk atau proses. Teknologi ini sejak lama telah diterapkan pada bidang pertanian oleh masyarakat, misalnya produk fermentasi hasil pertanian (tempe, tape, dadih, atau oncom), kompos atau vaksin ternak.

Dalam bidang pertanian, bioteknologi memberikan alternatif pilihan untuk (1) memanfaatkan, melestarikan dan memperkaya keanekaragaman hayati; (2) mempercepat perakitan tanaman, hewan, atau mikroba unggul melalui teknologi rekayasa genetik, pemanfaatan marka molekuler dan kultur *in vitro*; dan (3) memanfaatkan mikroba : (a) dalam pengolahan hasil panen, (b) sebagai bahan utama dalam

formulasi pestisida hayati, pupuk hayati, biodekomposer dan probiotik yang ramah lingkungan, (c) sebagai penghasil senyawa bioaktif, serta (d) sumber gen-gen penting untuk keperluan rekayasa genetika.

Contoh dari penggunaan bioteknologi dalam bidang pertanian yang berkembang pesat adalah penggunaan tanaman transgenik yang secara global menunjukkan peningkatan luas areal penanaman setiap tahunnya. Pada tahun 2005 areal pertanaman transgenik terluas adalah 49.8 juta hektar di Amerika, 17.1 juta hektar di Argentina, 9,4 juta hektar di Brazil, 5.8 juta hektar di Kanada, 3.3 juta hektar di Cina, 1,8 juta hektar di Paraguay, 1,3 juta hektar di India, 0.5 juta hektar di Afrika Selatan, 0,3 hektar di Uruguay 0.3 juta hektar di Australia, 0,1 juta hektar di Meksiko, 0.1 juta hektar di Romania, 0.1 juta hektar di Filipina, 0.1 juta hektar di Spanyol, <0,05 juta hektar di Portugal, Perancis, Jerman, Republik Czech, Iran, Colombia, dan Honduras (ISAAA, 2005).

Peran bioteknologi yang diharapkan dapat memecahkan permasalahan penting di Indonesia dalam pembangunan pertanian antara lain: (1) identifikasi gen-gen yang bermanfaat untuk perbaikan varietas tanaman pangan, terutama padi tahan terhadap cekaman biotik (penggerek batang) dan abiotik tertentu (keracunan Al dan kekeringan); (2) meningkatkan keragaman genetik tanaman melalui pembentukan tanaman haploid ganda yang dapat mempercepat perakitan varietas, atau fusi protoplas yang dapat memecahkan masalah hambatan seksual pada persilangan antar spesies, teknik perbanyakan massal beberapa tanaman berkayu dan buah tropis serta tanaman hortikultura penting lainnya, (3) peningkatan produksi metabolit sekunder tanaman untuk obat-obatan; dan (4) pengelolaan serta pemanfaatan sumberdaya genetik pertanian, baik tanaman maupun mikroba, secara optimal. Di samping itu, untuk lebih mendayagunakan teknologi ini, sistem informasi hasil penelitian bioteknologi dan sumberdaya genetik pertanian perlu dikembangkan secara sistematis.

Bioteknologi berpeluang mengatasi hal yang sulit atau tidak dapat dipecahkan melalui cara konvensional misalnya pada tahap perakitan varietas yaitu dalam: (i) identifikasi gen dan studi diversitas, dapat dilakukan dengan DNA *microarray* dan marka molekuler, selain itu identifikasi variasi gen yang bermanfaat dapat dilakukan dengan *allele mining*, (ii) percepatan perakitan varietas dapat dilakukan dengan haploidisasi dan pemanfaatan MAS untuk seleksinya, (iii) keperluan akan sifat tertentu dapat dilakukan dengan rekayasa genetika atau

melalui pemanfaatan kultur *in-vitro* seperti seleksi *in-vitro* dan fusi protoplas.

Selain mendukung perbaikan bahan tanaman/perakitan varietas, bioteknologi juga berperan dalam pengurangan input pestisida sintesis menjadikan lingkungan lebih aman melalui pembuatan pestisida hayati dan tanaman transgenik tahan OPT. Sebagai contoh, kompleks simbiosis nematoda patogen serangga (NPS)-bakteri (*Photorhabdus* sp. atau *Xenorhabdus* sp.) sudah dimanfaatkan untuk pengendalian hayati beberapa serangga hama tanaman (Daborn *et al.* 2002 *cit* Achmad, 2005, Waterfield *et al.* 2001 *cit* Achmad, 2005). Melalui bioteknologi, masalah yang menyangkut perbanyakan massal NPS, stabilitas NPS selama transportasi dan penyimpanan, dan aplikasi NPS pada tanaman dapat diatasi dengan memindahkan gen penyandi toksin tersebut ke bakteri yang lebih mudah diperbanyak, misalnya ke *Pseudomonas fluorescens* yang banyak digunakan sebagai agen biokontrol. Melalui proses rekayasa genetika, gen yang sama dapat ditransfer ke tanaman, sehingga dihasilkan tanaman transgenik tahan beberapa serangga hama.

PERAN BIOTEKNOLOGI

1. Peran bioteknologi dalam perbaikan genetik benih/bibit

Bioteknologi yang berperan dalam perbaikan benih atau bibit antara lain: rekayasa genetika, *marker assisted selection*, kultur dan fusi protoplas, kultur embryo, radiasi dan seleksi *in vitro*.

Kegiatan penelitian rekayasa genetika telah dilakukan di berbagai lembaga penelitian seperti Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian dan balai-balai penelitian di Lingkup Badan Litbang Pertanian, Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI, dan berbagai perguruan tinggi seperti IPB, ITB, UGM, Univ Udayana. Penelitian telah dilakukan antara lain pada perbaikan ketahanan tanaman pangan, industri dan hortikultura terhadap cekaman biotik dan abiotik (Tabel Lampiran 2).

Rekayasa genetika dipilih apabila sumber gen tidak dijumpai pada koleksi plasma nutfah tanaman tertentu, namun sumber tersebut tersedia pada spesies tanaman lain atau bahkan pada organisme yang berbeda, misalnya terdapat pada mikroba (bakteri, virus, fungi, dsb), serangga atau hewan lain. Menurut James, 2003 *cit* Achmad, 2005, tanaman transgenik menawarkan keuntungan sebagai berikut: (1) meningkatkan produktivitas tanaman dan berkontribusi terhadap keamanan pangan, pakan

dan serat, (2) mengkonservasi biodiversitas melalui penggunaan tanaman transgenik sebagai *land saving technology*, (3) mengefisienkan input dan lingkungan menjadi lebih berkelanjutan, (4) meningkatkan kestabilan produksi tanaman, dan (5) menguntungkan secara ekonomis dan sosial, sehingga dapat mengurangi tingkat kemiskinan.

Dengan keuntungan seperti di atas, perbaikan tanaman melalui teknik transformasi masih akan tetap dilakukan pada periode lima tahun mendatang, tentunya dengan mempertimbangkan faktor risiko keamanan hayati dan pangan. Demikian juga isu-isu yang menyebabkan pelepasan tanaman transgenik selalu mendapatkan penolakan dari lembaga-lembaga non pemerintah (LSM/NGO), seperti misalnya kekhawatiran dalam penggunaan marka seleksi antibiotik, harus dipertimbangkan ketika membuat konstruksi gennya. Perakitan tanaman transgenik pada lima tahun mendatang akan diarahkan pada ketahanan tanaman terhadap serangga hama (penggerek batang, penggerek polong/buah) dan virus (tungro, PSTV), bakteri *Pseudomonas*, cendawan *Phytophthora*, serta terhadap peningkatan kualitas hasil (biji dan kandungan minyak) atau potensi lain (amilosa rendah, vaksin).

Marka molekuler dapat menjadi alat bantu dalam pemuliaan tanaman. Marka molekuler dapat diperoleh dengan pendekatan pemetaan, analisis DNA dengan *microarrays* dan *allele mining*.

Perkembangan yang relatif mutakhir untuk mengidentifikasi gen-gen yang berasosiasi dengan sifat tertentu dengan relatif cepat adalah teknologi *DNA microarrays*. Teknologi ini dapat mengkuantifikasi puluhan ribu sekuen yang berbeda dalam satu asai (Hughes *et al.*, 2001 *cit* Achmad, 2005) dan telah digunakan secara luas dalam penelitian-penelitian biologi (Kane *et al.*, 2000 *cit* Achmad, 2005). Sehingga, dengan *DNA micro arrays* dapat diketahui gen-gen yang berkaitan erat dengan sifat tertentu dalam waktu yang cepat.

Fasilitas untuk melakukan teknologi ini telah tersedia di Badan Litbang Pertanian yang nantinya akan digunakan untuk mengidentifikasi gen-gen yang memiliki nilai penting dalam bagi perakitan varietas-varietas unggul baru. Dalam periode lima tahun ke depan teknologi ini akan digunakan untuk mengidentifikasi gen-gen yang bersosiasi dengan toleran terhadap kekeringan pada padi. Kekeringan merupakan salah satu cekaman abiotik yang paling penting yang membatasi produksi padi.

Informasi mengenai toleransi terhadap cekaman kekeringan pada padi juga akan sangat bermanfaat untuk mengidentifikasi gen-gen toleran kekeringan pada tanaman-tanaman

lainnya, seperti jagung, mengingat padi merupakan tanaman model untuk monokotil (Izawa and Shimamoto, 1996 *cit* Achmad, 2005) dan tingkat kemiripan yang sangat tinggi dalam urutan gen dan fragmen DNA pada genom dari spesies-spesies tanaman sereal (Kurata *et al.*, 1994 *cit* Achmad, 2005; Van Deynze *et al.*, 1995 *cit* Achmad, 2005; Gale *et al.*, 2002 *cit* Achmad, 2005).

Perkembangan di bidang pemetaan marka molekuler, penemuan gen, dan tersedianya sekuen genom dapat digunakan untuk pencarian alel-alel yang berguna (*allele mining*). Dalam lima tahun ke depan, pendekatan *allele mining* dapat digunakan untuk mengidentifikasi alel-alel yang bermanfaat untuk mengatasi masalah cekaman biotik dan abiotik yang menjadi kendala penting dalam budidaya padi, seperti ketahanan terhadap HDB, blas, toleran terhadap kahat fosfor (P) maupun keracunan besi (Fe).

Seiring dengan kemajuan di berbagai aspek biologi dan genetika, marka molekuler telah dikembangkan dan merupakan alat bantu yang sangat baik bagi pemulia dan ahli genetika untuk menganalisis genom tanaman. Sistem ini telah merevolusi bidang pemetaan genetik. Dalam hubungannya dengan manfaatnya sebagai alat bantu seleksi tanaman atau yang dikenal dengan *marker-aided selection* (MAS), teknologi ini lebih efektif dibandingkan seleksi secara langsung atau fenotipik. Keuntungan MAS antara lain: (1) mampu menyeleksi pada tahap awal pertumbuhan tanaman untuk sifat yang diekspresikan pada fase lanjut pertumbuhan tanaman (misalnya: warna biji dan kualitas buah); (2) mampu menyeleksi sifat-sifat yang sangat sulit, mahal, atau menyita waktu untuk diamati secara fenotipik (misalnya: morfologi akar dan ketahanan terhadap kekeringan); (3) mampu membedakan homozigot dari heterozigot untuk banyak lokus dalam satu generasi tanpa perlu uji progeni; dan (4) mampu menyeleksi beberapa sifat dalam waktu yang bersamaan. Dengan kelebihan yang dimiliki marka molekuler tersebut dimungkinkan untuk menghasilkan varietas baru dalam waktu yang relatif lebih cepat.

Varietas Angke dan Code merupakan contoh hasil perakitan dengan MAS yang berurut-turut membawa gen *xa5* dan *Xa7* yang efektif untuk menanggulangi HDB. Penggunaan marka molekuler akan terus dilanjutkan melalui identifikasi marka-marka molekuler yang terpaut dekat dengan gen-gen penting pada tanaman padi, seperti untuk toleran terhadap keracunan aluminium dan tahan penyakit blas yang masih sedang berlangsung. Selain itu, melalui kerjasama dengan IRRI melalui *The Challenge Programs* akan dirakit tanaman padi yang toleran

terhadap kekahatan P dengan bantuan marka molekuler.

Marka molekuler juga telah dimanfaatkan sebagai alat bantu seleksi dalam perakitan tanaman, sebagai contoh dalam perakitan padi tahan bakteri hawar daun yang menghasilkan varietas Code dan Angke serta dalam seleksi kopi Arabika untuk ketahanan terhadap nematoda.

Saat ini Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan sedang melakukan koordinasi penelitian gen penciri yang dapat mendeteksi 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 kerjasama antara Balitnak dengan CSIRO Brisbane menunjukkan adanya keterkaitan antara gen prolifrik domba Jawa dengan gen prolifrik domba Boorola Merino (Achmad, S. 2005).

Kemampuan untuk menghasilkan tanaman haploid dan haploid ganda spontan merupakan aset yang sangat penting dalam studi mengenai genetika dan pemuliaan tanaman. Kultur antera merupakan teknik *in-vitro* yang paling sering digunakan, namun pada beberapa spesies juga digunakan kultur mikrospora/polen atau kultur ovul/ovari yang belum dibuahi (Reed, 2005 cit Achmad, 2005).

Teknik ini dapat mempercepat perolehan tanaman haploid ganda homozigos (galur murni), sehingga siklus pemuliaan dapat lebih singkat, karena seleksi sifat tertentu dapat dilakukan langsung pada generasi awal (Zhang, 1989). Oleh karena itu, dibandingkan dengan sistem pemuliaan konvensional, keuntungan lain dari penggunaan teknik ini dalam program pemuliaan ialah menghemat biaya, waktu dan tenaga kerja (Dewi *et al.*, 1996 cit Achmad, 2005; Sanint *et al.*, 1996 cit Achmad, 2005).

Dalam lima tahun ke depan teknik ini tetap diperlukan, terutama dalam mempercepat pemuliaan padi untuk menghasilkan padi varietas unggul atau padi tipe baru atau padi hibrida yang selain berdaya hasil tinggi dan mempunyai umur panen yang cocok dengan pola pertanaman di daerah tertentu juga toleran/tahan terhadap cekaman abiotik/biotik.

Sementara itu teknik fusi protoplas dilakukan dengan cara penggabungan protoplas dari tetua terpilih untuk mengatasi hambatan seksual yang akan terjadi bila dilakukan persilangan biasa baik persilangan antar spesies maupun dengan kerabat liarnya.

Fusi protoplas telah digunakan untuk memperbaiki karakter-karakter agronomik dan ketahanan terhadap penyakit. Untuk lima tahun

ke depan, teknik ini masih dapat digunakan, misalnya dalam perbaikan mutu dan sifat ketahanan tanaman padi terhadap penyakit melalui transfer sifat ketahanan dari kerabat liar.

Teknik kultur jaringan juga dimanfaatkan untuk perbaikan tanaman, misalnya melalui seleksi *in-vitro* dan fusi protoplas. Seleksi *in-vitro* yang menghasilkan variasi somaklonal telah digunakan untuk merakit padi atau kedelai tahan kekeringan, tahan aluminium dan pH rendah, sedangkan fusi protoplas telah digunakan untuk meningkatkan kandungan minyak atsiri nilam dan ketahanan terung terhadap layu bakteri.

Untuk meningkatkan keragaman genetik pada tanaman antara lain dapat dilakukan melalui seleksi *in-vitro* dan fusi protoplas (Reed, 2005 cit Achmad, 2005; Mariska, 2002 cit Achmad, 2005). Seleksi *in-vitro* merupakan salah satu metode kultur jaringan yang dapat menghasilkan perubahan genetik ke arah yang diinginkan dengan cara menginduksi terjadinya mutan-mutan yang mempunyai sifat ketahanan terhadap cekaman biotik maupun abiotik.

Seleksi *in-vitro* dapat dilakukan untuk memperluas keragaman genetik tanaman terhadap cekaman penyakit yang mengeluarkan fitotoksin, misalnya untuk perakitan tanaman kentang atau tomat tahan *P. infestans*.

2. Peran bioteknologi dalam kesuburan tanah

Untuk tanaman pangan, penggunaan *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum* serta *vesicular-arbuscular Mycorrhiza* dan mikroba pelarut fosfat mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk nitrogen dan fosfat yang pada akhirnya dapat meningkatkan hasil. Beberapa pupuk hayati yang sudah diproduksi massal adalah Rhizoplus, Bio-Lestari, EMAS, dan Antoseno.

3. peran bioteknologi dalam pengendalian OPT

Insektisida hayati yang berbahan utama bakteri *Bacillus thuringiensis* atau cendawan *Beauveria bassiana* telah banyak digunakan untuk mengendalikan hama tanaman. Strain alam dari *B. thuringiensis* efektif untuk pengendalian ulat grayak, penggerek jagung Asia, penggerek batang padi, penggerek buah kapas dan penggerek tebu. Cendawan *B. bassiana* telah diadopsi oleh petani melalui laboratorium lapang untuk mengendalikan hama tanaman perkebunan.

Kegiatan penelitian bioteknologi veteriner dikembangkan untuk menunjang produksi, terutama dalam deteksi secara dini terhadap suatu penyakit menular, misalnya dengan

menggunakan DNA pelacak yang spesifik untuk deteksi penyakit *malignant catarrhal fever* (MCF), juga sedang dikembangkan vaksin transgenik untuk beberapa penyakit ternak termasuk unggas (Muharsini, 2004 cit Achmad, 2005).

1. Peran bioteknologi dalam pengolahan hasil pertanian

Enzim hasil bioproses telah digunakan untuk meningkatkan nilai tambah dari hasil dan limbah pertanian. Protease dari *Bacillus circulans* dapat menurunkan aktivitas lipase bekatul, sehingga memperpanjang masa simpan bekatul. Selain itu nilai nutrisi bekatul dapat ditingkatkan dengan menurunkan kandungan fitat menggunakan fitase dari *Bacillus coagulans*.

2. Peran bioteknologi dalam pengolahan limbah

Cytophaga, *Trichoderma*, dan cendawan pelapuk putih digunakan sebagai agen biokonversi yang dapat mempercepat dekomposisi limbah pertanian menjadi bentuk yang lebih berguna. *Cytophaga* dan *Trichoderma* telah digunakan untuk mendekomposisi jerami menjadi kompos, sedangkan cendawan pelapuk putih telah digunakan untuk mendekomposisi tandan kosong kelapa sawit menjadi pulp.

3. Peran bioteknologi dalam pakan ternak

Kontribusi bioteknologi dalam penyediaan pakan ternak berkualitas sudah berkembang luas termasuk produksi protein sel tunggal, 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 hemiselulosa dengan pemberian enzim seperti halnya pada inokulasi bakteri yang bertujuan untuk pengawetan dan peningkatan daya cerna.

4. Peran bioteknologi dalam uji kualitas benih

ELISA dan marka DNA telah berperan dalam deteksi penyakit pada benih atau bibit, baik benih yang berasal dari dalam negeri maupun benih impor. Di samping itu marka DNA juga dapat berperan dalam menentukan kemurnian varietas benih atau bibit. Ada suatu kasus sengketa kepemilikan suatu varietas yang dapat dibantu pemecahannya dengan

menggunakan sidik jari varietas yang dipersengketakan.

5. Peran bioteknologi dalam pelestarian plasma nutfah secara *ex situ*

Konservasi secara *in vitro* merupakan salah satu cara untuk melestarikan plasma nutfah. Teknik ini juga telah digunakan untuk konservasi *in vitro*, terutama untuk tanaman pangan (misalnya ubi-ubian), dan tanaman obat-obatan (misalnya tangguh dan purwoceng).

Untuk menghindari duplikasi penyimpanan aksesi plasma nutfah, materi yang akan disimpan dapat dianalisis similaritasnya menggunakan pendekatan molekuler.

6. Peran bioteknologi dalam pemanfaatan plasma nutfah

Marka molekuler telah digunakan untuk analisis hubungan kekerabatan varietas padi, kedelai, ubi jalar, lada dan panili, serta analisis genetik penyakit blas dan hawar daun bakteri (HDB) pada padi, penyakit bisul bakteri pada kedelai, serta penyakit busuk umbut pada kelapa dan gugur buah muda pada kelapa dan coklat.

7. Peran bioteknologi dalam penyediaan benih/bibit

Teknik kultur jaringan telah digunakan terutama untuk memperbanyak massal (*masspropagation*) tanaman, antara lain pada pisang abaka, nilam, kelapa sawit, kopi dan teh.

Kultur *in-vitro* dapat digunakan untuk menghasilkan bibit tanaman bebas penyakit secara massal (*masspropagation*), seragam (*uniform*) dan kualitas sama dengan induknya dalam waktu relatif cepat dibandingkan cara konvensional. Untuk lima tahun ke depan, teknik ini masih tetap diperlukan terutama untuk memperbanyak tanaman tertentu yang benar-benar diperlukan dalam jumlah banyak dan cepat namun belum dapat dikuasai perbanyakannya secara konvensional. Dalam hal ini penelitian dapat diarahkan pada tanaman obat-obatan (obat KB, obat kanker, dsb), tanaman hias (hias bunga dan daun) dan tanaman buah-buahan (mangga, manggis, dsb) yang memiliki potensi nilai komersial tinggi.

Teknologi IB di Indonesia terutama pada sapi perah telah diaplikasikan sangat luas. Penelitian teknologi IB sudah dimulai di Lembaga Penelitian Peternakan 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. Keberhasilan teknologi telah melampaui rata-rata keberhasilan IB pada ternak ruminansia kecil. Aplikasi teknologi TE 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 Universitas Airlangga. Keberhasilan teknologi TE 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. Melalui kerjasama dengan Universitas Wisconsin, Balitnak sedang mengadakan penelitian dengan memanfaatkan sel telur sapi perah di Wisconsin lalu difertilisasi dengan sperma Bos Banteng untuk selanjutnya ditransfer ke resipien di Indonesia (Diwyanto *et al.* 2000, *cit* Achmad, 2005).

KESIMPULAN

Bioteknologi telah, sedang, dan akan berperan dalam pembangunan pertanian di Indonesia melalui perannya dalam: perakitan varietas benih atau bibit unggul; penyediaan teknologi budidaya yang meliputi teknologi penyuburan tanah dan teknologi pengendalian organisme pengganggu tumbuhan; perbanyak bibit secara masal; pengujian kualitas benih atau bibit; pelestarian dan pemanfaatan plasma nutfah; penyediaan pakan ternak; pengolahan hasil pertanian; dan pengolahan limbah pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

1. ACHMAD, S. 2005. Bioteknologi Pertanian: Sekarang, Esok, dan Kebutuhannya di Indonesia.
2. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2005. Rencana Strategis Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2005 - 2009.
3. Dewan Riset Nasional. 2006. Agenda Riset Nasional 2006 - 2009.
4. ISAAA. 2005. Global Status of Biotech/GM Crops in 2005. ISAAA Brief No. 34-2005.
5. Kementerian Negara Riset dan Teknologi. 2005. Kebijakan strategis pembangunan nasional ilmu pengetahuan dan teknologi 2005 - 2009.
6. Ministry of Agriculture. 2005. Indonesian Agricultural Development Plan 2005-2009
7. Anonim. 2005. Revitalisasi Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan (RPPK) 2005.

Tabel Lampiran 2. Status penelitian dan pengembangan bioteknologi di beberapa institusi di Indonesia

Komoditi	Aspek penelitian	Institusi	Perkembangan penelitian
Bioteknologi Tanaman			
Tanaman Pangan dan Sayuran			
□ Padi	Ketahanan terhadap wereng	Puslit Biotek LIPI	Dihentikan
	Ketahanan terhadap penggerek batang	Puslit Biotek LIPI	Pengkajian untuk LUT
		Balitbiogen	Tanaman transgenik
		Puslit Biotek LIPI	Tanaman transgenik (T0)
	Ketahanan terhadap penyakit tungro	UNS	Sekuen gen penyandi "coat protein" dari virus
	Ketahanan terhadap penyakit blas	Puslit Biotek LIPI	Tanaman transgenik (T3)
	Ketahanan terhadap kekeringan	Puslit Biotek LIPI & Balitbiogen	Konstruk gen
Antigen penyakit pada manusia	Puslit Biotek LIPI	Perencanaan	
□ Jagung	Ketahanan terhadap penggerek batang	Balitbiogen	Ditanggguhkan
□ Kedelai	Ketahanan terhadap penggerek polong	Balitbiogen	Galur transgenik (T3)
	Penambahan kandungan albumin	UNUD	Galur transgenik
	Peningkatan hasil	UNUD	Tanaman transgenik
□ Ubi jalar	Ketahanan terhadap hama boleng	Balitbiogen	Ditanggguhkan
	Ketahanan terhadap penyakit virus	Balitbiogen	Ditanggguhkan
□ Kentang	Ketahanan terhadap hama	Balitsa	Ditanggguhkan
	Ketahanan terhadap penyakit virus PVY	IPB	Ditanggguhkan
	Ketahanan terhadap penyakit jamur dan nematoda (<i>chitinase</i>)	IPB	Plantlet transgenik
	Ketahanan terhadap penyakit bakteri	IPB	Plantlet transgenik
□ Ketela pohon	Kandungan amilosa rendah	Puslit Biotek LIPI Balitbiogen	Sedang berlangsung
□ Kacang tanah	Ketahanan terhadap penyakit PStV	Balitbiogen IPB	Galur transgenik
□ Kubis	Ketahanan terhadap penyakit bercak daun	UGM + UNAIR	Tanaman transgenik
□ Cabe	Ketahanan terhadap penyakit PVY	IPB	Data tidak tersedia

Komoditi	Aspek penelitian	Institusi	Perkembangan penelitian
Bioteknologi Tanaman			
Tanaman Buah-Buahan			
□ Pepaya	Delay ripening	Balitbiogen Balitsa	Tanaman transgenik
	Ketahanan terhadap penyakit PRSV	Balitbiogen	Plantlet transgenik
□ Jeruk	Ketahanan terhadap penyakit CVPD	UNUD	Tanaman transgenik
Tanaman Kehutanan/Perkebunan			
□ Jati	Kualitas	ITB	sedang dikembangkan
	Ketahanan terhadap hama	PT Indah Kiat	dihentikan
□ Sengon	Ketahanan terhadap hama	Puslit Biotek LIPI	data tidak tersedia
□ Kelapa sawit	Rendah kandungan asam lemak jenuh	BPPT	data tidak tersedia
□ Coklat	Ketahanan terhadap penggerek buah	BPBPI	Klon gen target
□ Kopi	Ketahanan terhadap penyakit karat	BPBPI	Tanaman transgenik
□ Tebu	Rendemen gula	PTPNXI	Tanaman transgenik
	Ketahanan terhadap kekeringan	PTPNXI	Tanaman transgenik
		Unej	Klon gen target
Mikroba			
□ Cendawan	Analisis molekuler jamur patogen tanaman	BPBPI	Kekerabatan <i>Phytophthora palmivora</i>
	Gen penyandi khitinase	BPBPI	Diperoleh gen penyandi
□ Bakteri	Over ekspresi enzim termofilik	FMIPA-ITB	Mutan over ekspresi
	Kloning gen penyandi toksin insektisidal dari <i>Photorhabdus</i> sp.	BB-Biogen	Sedang berlangsung
Bioteknologi Ternak			
□ Ayam	Pemetaan keanekaragaman genetik	Undip	Peta QTL ayam lokal
□ Sapi	Pemetaan gen untuk produksi daging	UNS	RAPD polimorfisme
	Pemetaan dan kloning gen untuk perbaikan sapi lokal	Unibraw	Program sedang dikembangkan
	Seleksi pedaging lokal unggul melalui marka molekul	Puslit Biotek LIPI	Gen target teramplifikasi
□ Domba	Ketahanan terhadap cacing patogenik	Balitvet Puslit Biotek LIPI	Analisis segregasi pada silang balik dan primer informatif

Keterangan: Sejak 2004 Balitbiogen berubah menjadi BB-Biogen
(Sumber: Mulya *et al.*, 2003 cit Achmad, 2005)

DISKUSI

SUHARYONO

Bagaimana upaya Balitbang Deptan :

1. Untuk pelestarian dan pemanfaatan sumber genetik (plasma nuftah) untuk program nasional
BATAN sudah mempunyai 13 varietas salah satunya Atomita1-4, Mira 1 dll, kedelai, kacang hijau, dan Deptan juga telah menemukan lebih banyak varietas unggul dari tanaman pangan
2. Tahapan apa saja yang akan dilaksanakan untuk pelestarian dan pemanfaatan. Tentu kerma antar Instansi terkait sangat perlu, sehingga plasma nuftah dapat diperoleh secara kontinue dan kualitas baik
3. Bagaimana secara biotek untuk tetap mendukung keamanan pangan

SUTRISNO

1. Untuk pelestarian varietas-varietas yang telah dihasilkan, kita rejurinasi (remajakan) secara periodik kemudian disimpan di Cold Storage. Untuk pemanfaatan varietas-varietas yang telah dihasilkan, kita diseminasikan melalui : seminar, ekspose lapang, atau katalog varietas unggul
2. Tahapan pelestarian dan pemanfaatan plasma nuftah : eksplorasi, konservasi rejurinasi, evaluasi, karakterisasi, pendataan, penyebaran informasi, ekspose

AHMAD N. KUSWADI

1. Kalau bukan hanya GMO lalu apa yang menjadi batasan (definisi) Biotek ?
2. Bagaimana peran biotek dalam pemanfaatan feromone misalnya. Karena sepengetahuan saya dalam bidang ini lebih banyak peran ilmu kimia.

SUTRISNO

Bioteknologi dapat dibagi bioteknologi tradisional (yang menggunakan level organisme) dan bioteknologi modern (yang menggunakan level sel dan molekuler). Penggunaan marka molekuler sebagai marker assisted selection dalam program pemuliaan tidak menghasilkan GMO. Penggunaan kultur embrio untuk menghasilkan varietas baru bukan GMO. Pengertian GMO menurut Convention on Biodiversity ialah varietas yang dirakit melalui : 1) fusi protoplas dan 2) rekayasa genetik menggunakan DNA rekombinan baik dengan cara transformasi menggunakan particle atau Agrobacterium

ROSIKA

Apa peran Departemen Pertanian terhadap kesejahteraan petani mengingat lahan sawah jauh berkurang dan harga pupuk mahal ?

SUTRISNO

Untuk masalah lahan yang jauh berkurang Departemen Pertanian mempunyai program ekstensifikasi lahan (perluasan lahan). Untuk masalah harga pupuk mahal, Deptan mempunyai program subsidi pupuk, yang pada TA 2007 akan dilakukan dengan sistem voucher

SINGGIH SUTRISNO

1. Tadi dijelaskan ada 9 butir kendala dalam pembangunan pertanian seperti adanya berkurangnya lahan yang subur dll. Pertanyaan saya ialah apakah ada faktor lain diluar 9 butir tadi yang lebih dominan, sebab saat ini semua bidang pembangunan terpuruk dan banyak mengalami kendala.
2. Menurut Bapak, berapa % peran Biotek dalam kontribusinya dalam perbaikan genetik tanaman secara nasional
3. Apa ada varietas transgenik yang telah dihasilkan dengan biotek di Indonesia

SUTRISNO

1. Selain 9 butir kendala ada yang lebih dominan yaitu Sumber Daya Manusia. Kita perlu berupaya memperbaiki intelektualitasnya, spiritualitasnya, semangat kerjasamanya mulai dari diri sendiri
2. Peran biotek di Indonesia masih sangat terbatas, mengingat bahwa kegiatan biotek di Indonesia secara signifikansi baru sekitar 10 tahun
3. Ada beberapa varietas transgenik yang telah dihasilkan di Indonesia, tetapi masih perlu tahapan di laboratorium dan rumah kaca. Pada transgenik dari LIPI sudah diteliti di lapangan uji terbatas (Confined Field Trial)

RULIJANTI

1. Blotong limbah dari pabrik gula mengandung zat apa saja ?
2. Apakah dapat diproses untuk dijadikan pupuk? Kalau bisa usul bapak menggunakan teknologi apa ?

SUTRISNO

1. Saya belum pernah membaca pustaka yang menjelaskan zat yang dikandung dalam blotong. Kalau belum pernah ada yang meneliti, mungkin ini merupakan topik yang menarik
2. Berapa waktu yang lalu konsultan PT. Sampoerna pernah menyampaikan minatnya untuk memproses blotong menjadi pupuk hayati dengan teknologi yang masih perlu dicari.