

Keanekaragaman Hayati sebagai Sumber Pangan dan Perbaikan Genetik Tanaman

Z. Harahap¹, A. Dimiyati², S. Moeljopawiro² dan T.S. Silitonga¹

¹ Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor

² Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

ABSTRAK

Untuk menunjang pembangunan pertanian, khususnya dalam mendukung pemantapan swasembada pangan dalam PJP II, plasma nutfah memegang peranan penting dalam perbaikan genetik tanaman. Mengingat derasnya laju erosi keragaman hayati sebagai akibat samping dari laju pembangunan, maka konservasi, karakterisasi dan dokumentasi plasma nutfah tanaman pangan perlu mendapat perhatian yang lebih besar. Selain itu, perlu digali potensi plasma nutfah yang memiliki fungsi sebagai bahan pangan, pakan, dan bahan baku industri. Dari segi pemanfaatan lahan perlu diusahakan jenis tanaman yang memiliki keunggulan spesifik lokasi. Untuk menentukan pola tanam yang sesuai pada masing-masing ekosistem, perbaikan varietas tanaman pangan ditekankan pada peningkatan produktivitas, umur lebih genjah, mutu hasil baik, dan lebih toleran terhadap kendala biotik maupun abiotik. Ilmu pengetahuan dan teknologi yang ada, termasuk pemaduan metode bioteknologi dan konvensional, akan mendukung usaha pemuliaan tanaman yang efektif dan efisien. Pemanfaatan kerabat liar untuk ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit maupun cekaman lingkungan perlu lebih ditingkatkan.

PENDAHULUAN

Sumbangan pemuliaan dalam pembangunan pertanian selama ini nampak jelas dari peranan varietas-varietas unggul yang dihasilkan dalam peningkatan produksi berbagai komoditas pertanian. Dalam subsektor tanaman pangan, baik dengan memanfaatkan plasma nutfah yang ada maupun dengan introduksi, selama PJP I telah dilepas sebanyak 96 varietas padi, 25 jagung, 2 terigu, 9 sorgum, 25 kedelai, 15 kacang tanah, 11 kacang hijau, 1 kacang gude, 4 kacang tunggak, 5 ubi kayu, dan 5 ubi jalar (Puslitbangtan 1993). Dewasa ini, sekitar 85 % dari areal pertanaman padi, 50 % jagung, dan 60 % kedelai telah ditanami dengan sebagian varietas unggul yang telah dilepas itu.

Pelepasan varietas-varietas tersebut dilakukan secara bertahap. Karakteristik varietas yang dilepas pada suatu periode merupakan tanggapan terhadap kebutuhan yang dirasakan pada periode itu. Hal ini akan tercermin pada jumlah varietas yang ditanam

secara luas dalam suatu periode tertentu. Dengan demikian, proses pemuliaan merupakan proses yang berkesinambungan di mana pencapaian dan masalah yang dihadapi pada satu tahap merupakan dasar bagi penentuan arah pemuliaan pada tahap berikutnya. Untuk keperluan itu perlu tersedianya plasma nutfah dengan keragaman genetik yang cukup luas dan dapat segera digunakan. Hal ini hanya dapat dicapai kalau eksplorasi, pengumpulan, pemeliharaan, karakterisasi, dan dokumentasi plasma nutfah dilakukan secara sistematis.

Karena terbatasnya sumber daya yang diperlukan untuk pengelolaan plasma nutfah, hanya sebagian dari spesies tanaman pangan yang baru dikumpulkan, dipelihara, dikarakterisasi, dan didokumentasikan di lingkup Puslitbang Tanaman Pangan. Jenis-jenis plasma nutfah yang sudah ada program pemuliaannya antara lain padi, jagung, sorgum, terigu, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, kacang tunggak, ubi kayu, dan ubi jalar. Untuk keperluan strategis jangka panjang mungkin diperlukan suatu bank plasma nutfah yang menampung semua jenis spesies tanaman.

Mengingat eratnya keterkaitan antara pengelolaan plasma nutfah di satu pihak dengan program pemuliaan dan pemanfaatan hasilnya dalam pembangunan pertanian di pihak lain, maka program pengelolaan plasma nutfah tanaman pangan perlu disusun dengan memperhatikan arah program pemuliaan dan arah pembangunan pertanian yang dikaitkan dengan pemanfaatan hasil kegiatan pemuliaan itu. Tanpa perhatian dan perhitungan yang cermat dan seksama, kegiatan pengelolaan plasma nutfah tidak akan relevan dengan kebutuhan yang ada.

Makalah ini mencoba menguraikan landasan pengelolaan plasma nutfah pada masa yang akan datang dan kegiatan-kegiatan pemuliaan tanaman pangan sebagai salah satu upaya dalam peningkatan potensi hasil, ketahanan terhadap kendali biotik dan abiotik, perbaikan mutu hasil dan penemuan varietas berumur genjah. Dalam kaitan ini, peranan bioteknologi sangat penting terutama dalam menggabungkan sifat-sifat khusus dari kerabat liar atau sumber lain ke dalam varietas unggul baru yang akan dihasilkan.

KERAGAMAN HAYATI SEBAGAI SUMBER PANGAN

Ketersediaan sumber daya genetik yang cukup merupakan tujuan utama dari semua sistem perplasma-nutfahan. Meskipun demikian harus diingat bahwa tidak satu pun negara yang memiliki semua sumber daya genetik yang dibutuhkan di wilayahnya. Untuk melengkapi plasma nutfah yang diperlukan dapat dilakukan eksplorasi, koleksi, ataupun pertukaran dengan negara lain.

Para ilmuwan mengenal plasma nutfah tanaman sebagai warisan umum yang dapat dengan bebas digunakan untuk kemanusiaan dalam mengembangkan dan memperbaiki tanaman pangan, pakan, serat dan industri. Mereka juga menyadari perlunya pertukaran sumber daya genetik serta adanya rasa tanggung jawab terhadap perlindungan dan pelestarian plasma nutfah untuk masa depan.

Keragaman sumber daya genetik pada umumnya terdapat di negara-negara yang sedang berkembang. Diperkirakan 90% koleksi plasma nutfah yang dikumpulkan oleh

badan plasma nutfah tanaman internasional (IBPGR) berasal dari negara yang sedang berkembang. Sekitar 40% dari jumlah tersebut terdapat di bank plasma nutfah di Eropa dan Amerika, 40% berada di tempat penyimpanan di pusat-pusat penelitian pertanian internasional dan hanya 15% yang disimpan di negara asalnya (Hobbelink 1987).

Menurut Perrino (1992), 75% dari kebutuhan pangan dunia dicukupi oleh delapan spesies tanaman sereal (terigu, padi, jagung, *barley*, *oat*, sorgum, millet dan *rye*). Dari angka itu, 75% berasal dari terigu, padi, dan jagung. Selanjutnya disebutkan bahwa penyempitan spektrum spesies tanaman pertama kalinya terjadi pada abad es, yang kedua pada awal pertanian, dan yang ketiga pada saat mulai diterapkannya ilmu pengetahuan dalam bidang pemuliaan.

Keragaman Plasma Nutfah Pangan di Indonesia

Tanaman pangan di Indonesia dapat digolongkan menjadi komoditas utama: padi, jagung, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubi jalar dan ubi kayu; komoditas potensial: sorgum, gude, kacang tunggak, wijen, talas, ubi, kelapa, dan sagu; komoditas introduksi: terigu, jawawud, kara, dan ganyong. Komoditas-komoditas tersebut merupakan sumber karbohidrat, protein, dan minyak.

Pada tahun 1988, jumlah koleksi plasma nutfah padi di Balai Penelitian Tanaman Pangan (Balittan) Bogor mencapai 12.000. Plasma nutfah lain yang disimpan di Balittan ini adalah: jagung 250 nomor, kedelai 650, kacang tanah 400, kacang hijau 1250, ubi kayu 480 klon, ubi jalar 440, talas 15 klon, dan 15 klon yam. Karena fasilitas penyimpanan kurang memadai maka 50% dari koleksi padi sudah tidak dapat tumbuh lagi. Selain Balittan Bogor, Balittan Malang juga memiliki koleksi plasma nutfah yang terdiri dari: kacang hijau 950 nomor, kedelai 462 nomor, jagung 161 nomor, kacang tanah 172 nomor, ubi kayu 118 klon, dan ubi jalar 196 klon.

Keragaman etnis yang besar di Indonesia, dengan masing-masing etnis mempunyai selera yang berbeda, menuntut adanya keragaman plasma nutfah dalam perakitan varietas yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Misalnya, penduduk di Sumatera Barat menyukai beras dengan kualitas nasi pera, sedangkan di Jawa Barat dikehendaki kualitas nasi pulen. Hal ini menunjukkan besarnya keragaman hayati tanaman pangan di Indonesia.

Pemanfaatan Plasma Nutfah Tanaman Pangan

Di antara teknologi yang dihasilkan melalui penelitian, varietas unggul mempunyai peranan yang paling menonjol, baik dalam kontribusinya terhadap peningkatan hasil per satuan luas maupun sebagai salah satu komponen utama dalam pengendalian hama dan penyakit.

Peningkatan produksi dan produktivitas komoditas utama tanaman pangan selama 23 tahun (1968-91) terakhir cukup tinggi, kecuali ubi jalar (Tabel 1). Peningkatan produktivitas umumnya diikuti oleh peningkatan produksi. Berkurangnya luas panen ubi jalar dan ubi kayu antara lain disebabkan oleh telah terjadinya pengalihan areal tanaman

Tabel 1. Rata-rata peningkatan produksi, luas panen dan produktivitas komoditas utama, 1968-91 (%/ th).

Komoditas	Produksi	Luas panen	Produktivitas
Padi	4,79	1,14	3,40
Jagung	5,91	2,14	3,63
Kedelai	7,04	4,42	2,65
Kacang tanah	4,34	2,60	1,74
Kacang hijau	9,73	7,45	2,37
Ubi kayu	1,92	-0,17	2,06
Ubi jalar	-0,09	-0,52	2,22

Sumber: Haerah dan Hafsah 1991.

untuk komoditas lain. Hal ini secara tidak langsung menunjukkan adanya usaha diversifikasi tanaman pangan. Namun, usaha ini masih perlu digalakkan agar usaha pelestarian swasambada pangan juga didukung oleh peningkatan produksi komoditas lain selain padi.

Erosi dan Kerapuhan Genetik

Berkembangnya sistem pertanian modern, di mana varietas unggul yang memiliki dasar genetika sempit "dipaksakan" untuk ditanam secara luas guna mencapai target produksi, mengakibatkan tergeser bahkan punahnya sejumlah varietas lokal yang memiliki daya adaptasi luas (kecuali produksinya) pada kondisi tertentu, termasuk hama dan penyakitnya. Hilangnya varietas lokal karena tergeser oleh varietas unggul, dikenal dengan istilah erosi genetik. Tendensi ke arah keseragaman genetik seperti ini akan meningkatkan kerapuhan genetik terhadap hama maupun penyakit. Meskipun disadari bahwa tidak mungkin untuk melestarikan semua sumber daya genetik yang ada, tetapi secara praktis dapat dipilih plasma nutfah tanaman penting dan dari masing-masing kelompok plasma nutfah diambil contohnya untuk dikoleksi dan dilestarikan.

Pengalaman menunjukkan bahwa penanaman varietas unggul secara luas dapat mengakibatkan terjadinya kerapuhan genetik yang disebabkan oleh munculnya hama atau penyakit baru. Sebagai contoh adalah meledaknya serangan hama wereng coklat pada sebagian besar pertanaman padi di Indonesia pada tahun 70-an. Hal ini membuktikan perlunya program pemuliaan untuk spesifik lokasi. Pendekatan ini mungkin akan membawa konsekuensi perubahan tata cara pelepasan varietas yang mengharuskan dilakukannya pengujian varietas di 15 lokasi, tidak lagi diperlukan sebanyak itu tetapi disesuaikan dengan kebutuhan.

Konservasi Plasma Nutfah

Cara pemeliharaan sumber daya genetik sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti spesies, penyebaran geografis, sistem persilangan dan perilaku biji. Meskipun demikian ada dua cara utama yang selama ini dilakukan:

1. Konservasi *ex situ*. Ini merupakan cara konservasi yang dilakukan di habitat buatan atau habitat yang berbeda dari tempat asal. Misalnya, penyimpanan biji - bank plasma nutfah; penyimpanan tanaman - kebun koleksi, kebun raya, taman; penyimpanan bagian tanaman seperti sel, jaringan, kultur meristem atau gen - kultur *in vitro* dan pustaka gen. Koleksi plasma nutfah dengan cara seperti ini biasa disebut bank gen.
2. Konservasi *in situ*. Merupakan cara konservasi yang dinamis yang dilakukan di habitat asal. Misalnya, suaka alam untuk melindungi tumbuhan dan hewan -- baik yang liar maupun yang sudah dibudidayakan -- yang ada di dalamnya.

Pemanfaatan Bioteknologi dalam Pemuliaan

Bioteknologi adalah pemanfaatan teknologi yang menggunakan organisme hidup untuk mengembangkan proses dan produk komersial. Teknologi tersebut meliputi DNA rekombinan, transfer gen, manipulasi gen, kultur sel dan jaringan, hibridoma, antibodi monoklonal dan rekayasa proses hayati.

Sebagai alat, bioteknologi tidak akan mengubah tujuan pembangunan pertanian untuk menghasilkan bahan pangan, pakan, sandang dan bahan baku industri. Sebaliknya, bioteknologi merupakan komplemen dari teknologi konvensional untuk meningkatkan produktivitas pertanian serta mengembangkan penelitian dasar biologi, genetika, fisiologi, dan biokimia.

Potensi dan Peluang Pemanfaatan Bioteknologi

Pemuliaan konvensional maupun bioteknologi dapat dimanfaatkan dalam transfer gen. Perbedaan dari kedua cara tersebut terletak pada kecepatan, ketepatan, dan ruang lingkup. Transfer gen meliputi berbagai komponen seperti isolasi gen, vektor gen, serta teknik kultur sel dan regenerasi.

Pemanfaatan bioteknologi dalam pembangunan pertanian mencakup dua aspek yang satu sama lain saling berkaitan: (1) pemanfaatan bioteknologi untuk pemecahan kendala produksi pertanian yang tidak dapat dilaksanakan secara konvensional, dan (2) pengembangan bioteknologi melalui penciptaan teknologi baru yang lebih efektif dan efisien untuk mengantisipasi pemecahan masalah yang mungkin timbul.

Teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam produksi pertanian terdiri dari kultur sel dan jaringan, pembuatan antibodi dan teknologi DNA. Teknologi tersebut dapat dimanfaatkan secara terpisah maupun gabungan dari kedua teknologi.

Kultur sel dan jaringan dapat digunakan antara lain untuk perbanyakan massal bahan tanaman, pembuatan bahan tanaman bebas penyakit, seleksi secara *in vitro* terhadap cekaman lingkungan, persilangan kerabat jauh melalui penyelamatan embrio, serta pembuatan tanaman haploid ganda melalui kultur anther untuk mempersingkat waktu pemuliaan.

Teknologi antibodi monoklonal merupakan teknologi yang dikembangkan dari sistem kekebalan yang terdapat dalam darah mamalia. Terlepas dari peranannya dalam sistem ketahanan melalui tanggap kekebalan, antibodi merupakan alat ilmiah yang penting dalam mendeteksi produk bakteri dan virus, hormon maupun antibodi lain. Sekarang telah dihasilkan teknologi yang lebih efisien, spesifik dan produktif dalam menghasilkan antibodi melalui penggabungan dua tipe sel: *B lymphocytes* penghasil antibodi dengan sel kanker *quasi-immortal* dari tikus yang menghasilkan sel hibrida yang disebut *hibridoma*. Hibridoma mampu memproduksi sejumlah besar antibodi yang homogen. Antibodi, baik monoklonal maupun poliklonal, dapat digunakan untuk pembuatan antisera/vaksin yang bermanfaat untuk pemberantasan penyakit maupun pendeteksi penyakit secara dini.

Teknologi DNA dapat digunakan untuk pembuatan peta genetik (Burr and Burr, 1983; McCouch *et al.* 1988; Tanksley *et al.* 1982; Tanksley, *et al.* 1989; Wang 1992), marka genetik (Apuya *et al.* 1988; Giovanoni *et al.* 1991; Yu *et al.* 1990), diagnosis penyakit penting pada tanaman secara molekuler (Leach *et al.* 1990), serta perekayasa genetik tanaman maupun mikroba pertanian. Mikroba seperti rizobium dan mikoriza dapat direkayasa agar lebih efektif dan efisien. Pengembangannya dapat berperan penting dalam menurunkan biaya produksi, yaitu dengan mengurangi kebutuhan energi dalam bentuk bahan bakar yang digunakan untuk pembuatan pupuk N.

Rekayasa genetik tanaman merupakan salah satu cara pemanfaatan bioteknologi yang "langsung" dapat digunakan untuk perbaikan tanaman pertanian. Perekayasa tanaman secara genetik melalui perubahan struktur dasar genetik, dapat meningkatkan efisiensi produksi dengan sifat-sifat baru yang dimilikinya. Cara ini tidak mengubah tujuan produksi tanaman -- memberikan hasil yang lebih banyak dengan biaya yang lebih murah. Bahkan, penggunaan bioteknologi sebagai "alat" dapat mempercepat proses pemuliaan, terutama dalam menyaring tanaman dengan sifat tertentu atau proses pemuliaan dapat berjalan lebih cepat dan lebih tepat dalam memindahkan suatu sifat.

Selain untuk maksud tersebut, rekayasa genetik dapat pula digunakan untuk melindungi tanaman dari gangguan hama, penyakit maupun gulma. Pestisida buatan yang digunakan untuk perlindungan tanaman selama ini belum cukup selektif, sehingga membahayakan bagi sumber daya hayati. Penggunaan gen Bt. telah terbukti keberhasilannya dalam penanggulangan hama ulat. Penggunaan gen protein selubung virus dapat pula meningkatkan ketahanan beberapa tanaman terhadap virus.

Bioteknologi memberikan akses yang lebih luas terhadap sumber gen dari sifat-sifat yang akan dipilih. Dalam pelaksanaannya, teknologi yang sangat potensial ini tidak semudah menerangkannya karena peneliti dituntut untuk dapat mengisolasi gen yang diinginkan, menyisipkan ke dalam sel tanaman, menginduksi sel tersebut menjadi tanaman utuh dan yang terakhir memastikan bahwa gen yang dipindahkan ditampilkan secara tepat.

Kendala Pemanfaatan Bioteknologi

Kendala yang mungkin dihadapi dalam pemanfaatan bioteknologi pada saat ini antara lain:

- Ketersediaan dana dalam jumlah besar dan berkesinambungan. Ini mungkin dapat diatasi dengan melakukan kerja sama dengan lembaga pemerintah/swasta nasional maupun internasional. Di samping itu harus pula dilakukan peningkatan efisiensi penggunaan sumber dana dan daya yang ada dengan membuat prioritasasi.
- Undang-undang perlindungan hak milik (*Intellectual Property Rights/IPR*). Tidak dilindunginya beberapa komoditas pertanian oleh undang-undang paten di Indonesia dapat menghambat masuknya teknologi maupun produk teknologi yang dipatenkan oleh pemiliknya.
- Belum adanya Pedoman Keselamatan Hayati (*Biosafety regulation*). Sampai saat ini Indonesia belum memiliki pedoman penyelamatan hayati. Apabila ingin memanfaatkan bioteknologi, hal ini perlu ditangani secara serius karena tidak hanya penting bagi pengguna teknologi, tetapi juga tidak kalah penting bagi pemasok teknologi/produk teknologi.

Pendekatan Sistem Penelitian

Bioteknologi merupakan teknologi yang didasari oleh penelitian di bidang ilmu-ilmu dasar seperti fisiologi, biokimia, fisika, sitogenetika dan genetika molekuler. Untuk memiliki kekuatan yang tangguh dalam bidang bioteknologi, maka penguasaan ilmu-ilmu dasar tersebut perlu dikembangkan. Untuk itu sangat diperlukan adanya pengembangan sumber daya manusia secara teratur dan terarah.

Selain untuk peningkatan produksi pertanian, pemanfaatan bioteknologi perlu pula ditujukan untuk pelestarian lingkungan. Di samping penggunaan varietas unggul (produksi tinggi, tahan hama dan penyakit utama serta cekaman lingkungan), pengurangan penggunaan obat-obatan sintesis dengan pemakaian pestisida dan pupuk hayati serta rekayasa mikroba untuk biokonversi limbah pertanian merupakan usaha yang dapat dilakukan untuk pelestarian lingkungan.

Pendanaan dan kelembagaan merupakan kunci dasar bagi kemajuan bioteknologi. Untuk itu diperlukan komitmen jangka panjang dalam penyediaan dana sebagai modal dasar untuk mendapatkan pengetahuan dasar, yang diperlukan dalam pengembangan bioteknologi.

Dalam memacu pengembangan bioteknologi, khususnya di bidang pertanian, diperlukan kerja sama yang baik antarberbagai disiplin ilmu. Untuk penelitian pertanian diperlukan dorongan yang dapat memberikan penghargaan yang layak bagi para penelitiannya, serta institusi terkait. Selanjutnya, perlu pula didorong adanya kerja sama antarlembaga pemerintah dan swasta nasional maupun internasional yang bergerak di bidang penelitian dan pengembangan bioteknologi.

PELUANG, TANTANGAN, DAN STRATEGI PERBAIKAN GENETIK TANAMAN

Swasembada beras yang sudah dicapai sejak tahun 1984 perlu dilestarikan, bahkan perlu pula diupayakan tercapainya swasembada pangan. Peningkatan produksi pangan masih dimungkinkan melalui program intensifikasi maupun ekstensifikasi. Intensitas tanam pada lahan sawah irigasi masih dapat ditingkatkan bilamana tersedia varietas-varietas padi dan palawija yang berumur lebih genjah. Perluasan areal tanaman pangan dapat diusahakan melalui pencetakan sawah baru, pembukaan lahan kering maupun rawa pasang surut untuk program transmigrasi, serta pemanfaatan lahan-lahan perkebunan maupun hutan tanaman industri dan perhutanan sosial untuk tanaman pangan sebagai tanaman sela.

Strategi perbaikan genetik tanaman untuk mendukung perwujudan swasembada pangan dapat diusahakan melalui pembentukan varietas-varietas unggul berpotensi hasil tinggi, umur genjah-sangat genjah, toleran kendala biotik dan abiotik serta mutu hasilnya baik. Di bawah ini diuraikan perbaikan genetik tanaman padi, jagung, sorgum, kacang-kacangan dan ubi-ubian. Strategi perbaikan varietas padi telah dikemukakan oleh Harahap *et al.* 1993.

Padi

Padi Sawah Irigasi

Perbaikan varietas padi sawah diarahkan untuk menghasilkan varietas-varietas unggul baru dengan produktivitas tinggi, umur genjah-sangat genjah (90-100 hari), mempunyai keragaman genetik yang luas; tahan terhadap wereng coklat, penggerek batang, virus tungro, bakteri hawar daun dan blas. Selain itu perlu pula diusahakan varietas yang tahan terhadap penyakit hawar daun jingga dan lempuh daun.

Sifat lain yang perlu diusahakan adalah toleran kekeringan, tahan rontok, mutu beras baik dengan rasa nasi yang diinginkan konsumen. Perlu pula dikembangkan varietas padi untuk tujuan ekspor. Perbaikan varietas padi aromatik terutama diarahkan untuk memiliki ketahanan terhadap hama penyakit utama dan mutu beras yang tinggi. Di samping itu akan diusahakan perbaikan varietas padi ketan.

Untuk daerah pantai utara Jawa akan dikembangkan varietas yang cocok untuk pertanaman musim kemarau. Untuk sawah bukaan baru pada lahan PMK akan diusahakan varietas-varietas yang lebih toleran terhadap keracunan Al. Sedangkan untuk daerah pegunungan perlu peningkatan toleransi varietas terhadap suhu rendah, ketahanan terhadap blas dan hawar daun bakteri serta perbaikan mutu beras dan rasa nasi.

Pembentukan padi hibrida di Indonesia telah diusahakan sejak tahun 1982 namun belum membuahkan hasil yang diharapkan. Hal ini terutama disebabkan oleh belum mantapnya sifat sterilitas pada tetua CMS. Gabungan hibrida yang dihasilkan peka terhadap hama-penyakit utama dan harga benih cukup tinggi. Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut, diperlukan penelitian yang intensif.

Padi Sawah Tadah Hujan/Gogo Rancah

Permasalahan yang dihadapi pada agroekosistem irigasi juga dihadapi pada ekosistem sawah tadah hujan/gogo rancah. Kegagalan panen akibat kekeringan lebih menonjol. Peningkatan hasil dengan menanam dua kali padi setahun masih mungkin di beberapa daerah bilamana tersedia varietas-varietas yang berumur sangat genjah (90 hari) dan toleran kekeringan.

Padi Gogo

Kendala-kendala utama pengembangan padi gogo adalah penyakit blas, kekeringan dan keracunan Al, pada lahan PMK. Usaha intensifikasi sering gagal karena penyakit blas dan kekeringan. Peningkatan areal tanam padi gogo dapat dilakukan dengan tumpang sari pada areal perkebunan tanaman keras seperti karet, kelapa, dan juga pada areal hutan tanaman industri dan hutan sosial.

Lahan yang baru ditanami dengan tanaman hutan atau tanaman perkebunan masih dapat dimanfaatkan dengan tumpang sari tanaman pangan seperti padi gogo dan palawija, paling tidak selama 3-4 tahun. Untuk ekosistem ini diperlukan varietas-varietas padi gogo yang toleran naungan, toleran kekeringan, tahan blas dan toleran keracunan Al khususnya pada lahan PMK. Varietas padi gogo yang berumur sangat genjah (80-90 hari) dan toleran kekeringan dimungkinkan untuk diusahakan dua kali setahun pada lahan subur dengan iklim tipe B seperti di Jawa Barat.

Padi Rawa Pasang Surut

Pengembangan areal pasang surut ke lahan marginal seperti lahan gambut dan lahan sulfat masam menghadapi beberapa kendala, antara lain rendahnya kesuburan tanah, yang dicirikan oleh rendahnya pH, keracunan Al dan Fe, serta penyakit blas dan bercak daun coklat. Pada umumnya, varietas-varietas lokal lebih toleran terhadap kendala tersebut. Pada musim kemarau, tanaman seringkali mendapat gangguan kegaraman, terutama pada areal persawahan yang dekat dengan sungai. Perakitan varietas unggul yang toleran terhadap kendala lahan marginal rawa pasang surut memberi peluang dalam peningkatan produksi pada ekosistem ini.

Padi Rawa Lebak

Lahan rawa lebak umumnya hanya ditanami padi sekali dalam setahun, yakni menjelang akhir musim hujan. Petani masih banyak menanam varietas lokal. Kendala pada ekosistem ini adalah banjir dan kekeringan. Kendala banjir biasanya terjadi pada pertanaman musim hujan. Untuk itu perlu diusahakan varietas padi yang toleran dan mempunyai sifat memanjang bila terjadi genangan.

Pemanfaatan Gen Spesies Padi Liar

Kemajuan dalam bioteknologi sangat membantu dalam pemuliaan padi, khususnya untuk menggabungkan sifat toleran/tahan terhadap hama/penyakit atau cekaman lingkungan yang berasal dari spesies padi liar atau sumber lain. IRRI telah melakukan

sejumlah persilangan yang antara lain menggunakan varietas liar sebagai tetua. Melalui teknik penyelamatan embrio telah diperoleh sejumlah padi hibrida dengan sifat toleran tungro dari *O. officinalis* dan *O. latifolia*, toleran penggerek batang kuning dan tungro dari *O. ridleyi*, tahan wereng coklat dan hawar daun bakteri dari *O. rhizomatis* dan *O. eichingeri*, dan biomassa tinggi dari *O. alta* (Brar *et al.* 1991). Sifat tahan wereng coklat dari *O. officinalis* pada persilangan IR54742 telah berhasil dimasukkan pada galur harapan B7959f-Kn-142, turunan dari IR54742/IR64.

Kemajuan-kemajuan transfer gen dari varietas liar yang sedang dilakukan di IRRI akan segera dimanfaatkan dalam program pemuliaan padi di Indonesia. Beberapa sifat penting lain dari varietas liar atau sumber lain yang perlu digabungkan melalui bioteknologi adalah ketahanan terhadap blas, toleran kekeringan, pH rendah, keracunan Fe dan Al, toleran kegaraman dan genangan.

Penanda spesifik gen perlu dikembangkan untuk membuktikan sesuatu sifat yang diinginkan, sehingga dapat diketahui masuk tidaknya suatu sifat tertentu ke dalam suatu varietas baru. Hal ini akan memudahkan usaha penambahan gen tahan wereng coklat pada suatu varietas padi unggul.

Jagung

Subandi (1993) mengemukakan bahwa pembentukan jagung hibrida diarahkan pada lahan yang berproduktivitas tinggi, khususnya untuk pakan. Selama ini, varietas unggul yang dikembangkan bertipe biji mutiara-semi mutiara. Tipe biji semi-gigi kuda perlu mendapat perhatian karena mempunyai kemampuan produksi lebih tinggi. Untuk masa 25 tahun mendatang, pembentukan hibrida perlu diarahkan ke lahan yang kurang subur yang kemudian mengarah ke daerah marginal. Pembentukan hibrida unggul yang berumur lebih genjah perlu terus diusahakan.

Pengembangan varietas bersari bebas diarahkan pada lahan subur (di mana benih hibrida tidak tersedia atau petani tidak mampu membelinya), lahan berproduktivitas rendah atau marginal, dan daerah terpencil. Program perbaikan varietas diarahkan pada penemuan varietas baru yang berumur genjah, produktivitas tinggi, dan toleran kekeringan.

Penggunaan kultur anther untuk mempercepat pembentukan galur murni akan sangat membantu pemuliaan konvensional. Pemindahan gen tahan cekaman lingkungan yang dimiliki sorgum atau millet ke dalam genom jagung atau *wide cross* antara kedua genus untuk memperoleh rekombinan yang ideal, diharapkan dapat diwujudkan dengan kemajuan bioteknologi. Apabila dapat direalisasikan, maka hal ini merupakan terobosan yang mengagumkan dalam pemuliaan jagung.

Penelitian fisiologi, biokimia, hama dan penyakit perlu diarahkan untuk menemukan kriteria seleksi yang tepat, mudah diukur, cepat dan murah. Mekanisme ketahanan, metode inokulasi lapang yang mudah dan dapat dipercaya, serta metode skoring perlu dicari untuk mendukung pemuliaan terapan. Penelitian genetika dan modifikasi metode pemuliaan yang lebih efisien perlu dikembangkan. Pemuliaan untuk jagung muda (bakar, rebus, semi hijauan, silase) dan untuk keperluan industri perlu

mendapat perhatian sesuai dengan kebutuhan, sedangkan untuk jagung berondong prioritas rendah.

Strategi pemuliaan jagung diarahkan kepada peningkatan kemampuan genetik varietas unggul dengan sasaran-sasaran berikut (Subandi 1993):

1. Pengembangan "gene pool"/populasi dasar yang dinamis dan sistematis dan dirancang untuk mengumpulkan atau menggabungkan "gen-gen *favourable*" perlu dilaksanakan secara berkelanjutan. Pemuliaan harus semakin mengarah kepada spesifik lingkungan dan spesifik penggunaan produk serta memenuhi kebutuhan petani.
2. Pengembangan jagung hibrida diutamakan pada daerah berproduktivitas tinggi sebelum mengarah ke daerah berproduktivitas rendah. Pengembangan varietas bersari bebas diarahkan ke daerah di mana benih hibrida tidak tersedia atau petani tidak mampu membeli, dan daerah berproduktivitas rendah atau marginal.
3. Penelitian rintisan yang meliputi bioteknologi, biokimia, genetika, pemuliaan, fisiologi, entomologi, dan fitopatologi guna mendukung pemuliaan terapan perlu terus dipacu.
4. Kerja sama internasional dan regional dengan lembaga internasional seperti CIMMYT dan berbagai program nasional perlu intensif untuk mengambil manfaat sebanyak mungkin dari pelayanan, sumber daya, dan kemajuan yang tersedia.
5. Kerja sama dengan swasta, baik nasional maupun multinasional, perlu terus dibina, khususnya dalam pengembangan jagung hibrida. Untuk memberi kesempatan kepada swasta melakukan penelitian di Indonesia perlu adanya perlindungan hukum pada hak pemulia tanaman pangan, khususnya untuk varietas hibrida yang diperbanyak dengan biji seperti jagung. Oleh karena itu, pasal 7C UU No. 6 tahun 1989 tentang hak paten tampaknya perlu ditinjau kembali.
6. Koordinasi program nasional yang telah dikembangkan perlu dipelihara dan ditingkatkan dengan dukungan dana yang memadai.

Sorgum

Di Indonesia dan Asia umumnya, sorgum ditanam di lahan kering marginal atau sawah tadah hujan dengan curah hujan tidak menentu. Akibatnya, tanaman sering mengalami kekeringan atau kadang-kadang kebanyakan air. Di lahan kering, sorgum ditanam dengan sistem tumpangsari pada awal musim hujan, dan di lahan sawah ditanam sesudah padi secara monokultur.

Sejalan dengan masalah yang dihadapi dan prospek masa depan, maka pemuliaan sorgum perlu diarahkan pada perbaikan sifat-sifat vigor awal pertumbuhan yang baik, tahan kering, tahan hama penyakit, umur genjah, hasil tinggi, dan mutu baik untuk pangan maupun pakan. Kadar tanin dan dhurin yang rendah adalah sifat-sifat yang sangat penting dalam pembentukan varietas unggul (Subandi 1993).

Pengembangan varietas bersari bebas lebih diutamakan karena budi daya sorgum berkaitan dengan lahan marginal, petani miskin, dan daerah terpencil. Penggunaan varietas hibrida seperti halnya pada jagung dapat memberi hasil dan keuntungan lebih besar bagi petani -- misalnya pada lahan sawah sesudah panen padi -- apalagi kalau penampungan/pemasaran hasilnya terjamin.

Kacang-kacangan

Sumarno dan Astanto (1993) mengemukakan strategi pembentukan varietas unggul kacang-kacangan sebagai berikut:

Pemanfaatan Plasma Nutfah Eksotik dan Jenis Liar (*Wild Type*)

Untuk meningkatkan daya hasil, memperluas daya adaptasi pada lingkungan suboptimal, meningkatkan ketahanan terhadap hama dan penyakit serta memperbaiki mutu/protein biji perlu dimanfaatkan gen-gen dari spesies liar atau plasma nutfah eksotik. Plasma nutfah kedelai dan kacang tanah cukup kaya dengan jenis liar dan varietas eksotik yang belum dimanfaatkan. Kesulitan inkompatibilitas, sterilitas atau nonhomologus khromosom dapat diatasi dengan bantuan bioteknologi.

Pembuatan Persilangan Multiparental

Persilangan untuk menggabungkan sifat genetik dari enam hingga sepuluh tetua perlu dilakukan sehingga terjadi akumulasi rekombinasi gen-gen baik (*favourable genes*) pada satu genotipe. Populasi yang diperoleh selanjutnya dapat ditingkatkan dengan menerapkan metode *recurrent-selection* (Sumarno dan Kasno 1982). Apabila strategi ini dapat diterapkan, maka varietas baru yang lebih unggul dapat dihasilkan.

Pemanfaatan Sifat-sifat Fisiologis sebagai Kriteria Seleksi

Untuk meningkatkan potensi dan stabilitas hasil, perlu dikaji dan dimanfaatkan proses ontogenik-fisiologis sebagai kriteria seleksi. Sifat-sifat yang dimaksudkan adalah:

1. Rasio periode vegetatif-generatif.
2. Pemilihan tipe pertumbuhan: determinit vs indeterminit, *single stem* vs bercabang, tipe tegak vs menyebar, *broad leaf* vs *narrow leaf*, periode berbunga pendek vs panjang.

Ubi-ubian

Dimiyati (1993) mengemukakan perlunya diperbaiki arsitektur tanaman ubi kayu ke arah tanaman kerdil bercabang banyak dan kompak dengan ubi pendek, seragam, kompak dan tidak terlalu dalam di bawah tanah. Sifat produktivitas tinggi, umur genjah (4-6 bulan) serta kualitas baik yang cocok untuk keperluan penggunaan agroindustri, perlu diusahakan.

Untuk ubi jalar juga perlu dilakukan perbaikan kualitas hasil yang sesuai untuk keperluan agroindustri. Varietas yang diinginkan mempunyai potensi hasil tinggi, umur genjah (4 bulan), ubi pendek, bermuka rata, seragam, kompak, tidak terlalu dalam di bawah tanah. Strategi pemuliaan ubi-ubian dijabarkan sebagai berikut (Dimiyati 1993):

Integrasi Prosedur Bioteknologi dengan Prosedur Konvensional

Berbagai prosedur bioteknologi telah terbukti efektif dalam membantu mempercepat atau mempermudah usaha pemuliaan berbagai tanaman dan memungkinkan ditemukannya terobosan-terobosan baru yang tidak mungkin tercapai dengan metode konvensional. Prosedur serupa sedang dikembangkan pada ubi kayu dan ubi jalar. Di antara prosedur bioteknologi yang sedang dicoba pada ubi kayu adalah:

- penggunaan RFLP dan RAPD untuk membedakan kultivar, hubungan antar-spesies, dan mengidentifikasi individu-individu tertentu;
- kultur jaringan meristem digunakan untuk mempercepat perbanyakan bibit kultivar unggul, atau klon harapan untuk bahan evaluasi hasil secara multilokasi.

Seleksi Berulang untuk Pembentukan *Gene-Pool*

Prosedur seleksi berulang yang dengan mudah diterapkan pada jagung perlu dimodifikasi untuk diterapkan pada ubi kayu atau ubi jalar. Proses ekstraksi individu superior mudah dilakukan, dipelihara, dan selanjutnya dievaluasi sebelum dilepas sebagai varietas unggul baru. Seleksi berulang merupakan prosedur yang tepat untuk mengakumulasi frekuensi gen yang diinginkan.

Seleksi untuk Kualitas pada Tahap Awal

Selama ini, seleksi pada tahap awal diarahkan pada sifat-sifat agronomis dan pada tahap akhir dilakukan terhadap sifat-sifat yang berkaitan dengan kualitas kegunaan ubi, baik pada ubi kayu maupun ubi jalar. Dengan prosedur seperti itu, klon yang dievaluasi pada tahap akhir dinilai layak secara agronomis ternyata tidak layak diadopsi oleh petani karena sifat-sifat kualitas ubinya kurang memadai. Kalau prosedurnya dibalik, klon-klon yang diuji pada tahap akhir hanyalah yang memiliki kualitas ubi yang dapat diterima oleh petani dan konsumen atau pengguna lainnya. Evaluasi pada tingkat lanjut diarahkan pada sifat agronomis dan adaptasinya.

Multilokasi pada Seleksi *Seedling* Tahap Awal dan Lanjut

Seleksi *seedling* tahap awal yang biasanya dilakukan di satu lokasi saja perlu diperluas di beberapa pusat produksi. Tiap unit seleksi *seedling*, demikian seterusnya, dikembangkan menjadi unit seleksi dan evaluasi lengkap seperti pada prosedur tradisional.

BAHAN BACAAN

- Alagarwamy, G., J.W. Stenhouse, and C.M. Pattanayak (eds.). 1992. Sorghum research and development network for Asia. Report of Consultative Meeting to Consider the Establishment of a Sorghum Research and Development Network for Asia, 16-19 September 1991. ICRISAT Center, India.
- Apuya, N.R., B.L. Frazier, P. Keim, E.J. Roth and K.G. Lark 1988. Restriction fragment length polymorphisms as genetic markers in soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. Theor. Appl. Genet. 75: 889-901.
- Brar, D.S., R. Elloranr and G.S. Khush. 1991. Interspecific hybrids produced through embryo rescue between cultivated and eight wild species of rice. In: Rice Genetic Newsletter VI. 8p. 91-93.
- Burr, B. and F.A. Burr. 1991. Recombinant inbreds for molecular mapping in maize. Trends in Genetics 7(2): 55-60.
- Dimiyati, A. 1983. Pemuliaan ubi-ubian dalam pembangunan jangka panjang tahap kedua. Makalah disajikan pada pertemuan pemulia tanaman lingkup Puslitbangtan, Bogor.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development. Vol. I. Theory and Technique. Macmillan Publishing Co., A. Division of Macmillan, Inc. New York.
- Giovannoni, J.J., R.A. Wing, M.W. Ganai, and S.D. Tanksley. 1991. Isolation of molecular markers from specific chromosomal intervals using DNA pools from existing mapping populations. Nucleic Acid Res.
- Hadiwigeno, S., Subandi, and S. Roesmarkam. 1991. Research and development of sorghum in Indonesia. Paper presented at the Consultative Meeting to Consider the Establishment of a Regional Sorghum Research Network for Asia, 16-19 Sep. 1991., ICRISAT Center, India.
- Haharap, Z., T.S. Silitonga dan Suwarno. 1983. Pemuliaan padi dalam PJPT II. Makalah disajikan pada pertemuan pemulia tanaman Puslitbangtan, Bogor.
- Haerah, A. dan D. Hafisah. 1991. Program peningkatan produksi tanaman pangan. Rapat Kerja Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor 18-20 November 1991.
- Hobbelink, H. 1987. Hope or false promise? Biotechnology and Third World Agriculture. The International Coalition for Development Action.
- International Rice Research Institute. 1988. Standard evaluation system for rice. IRTP, IRRI, Los Banos, Philippines.
- Kardinan, A., Harnoto dan Gayatri. 1992. Ketahanan beberapa varietas jagung lokal di Indonesia terhadap hama lalat bibit. Makalah disajikan pada Simposium Entomologi, Sukamandi.
- Leach, J.E., White, F.F., Rhoads, M.L., and Leung, H. 1990. A repetitive DNA sequence differentiate *Xanthomonas campestris* pv *oryzae* from other pathovars of *X. campestris*. Molecular Plant-Microbe Interactions 3(4)

- McCouch, S.R., Kochert G., Yu Z., Wang Z., Khush G.S., Coffman W.R. and Tanksley S.D. 1988.** Molecular mapping of rice chromosomes. *Theor. Appl. Genet.* 76.
- Minantyorini dan T.S. Silitonga. 1993.** Evaluasi plasma nutfah padi terhadap keracunan besi. Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Terapan (AARP). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Plucknett, D.L., J.I. Cohen, and M.E. Horne. 1990.** Role of the international agricultural research centers. *In: G.J. Persley (ed.) Agricultural Biotechnology: Opportunities for International Development.*
- Puslitbang Tanaman Pangan. 1993.** Varietas unggul tanaman pangan, 1981-93. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Roesmarkam, S. dan Subandi. 1993.** Penampilan varietas hibrida sorgum. Makalah disajikan sebagai poster pada Simposium dan Kongres Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia, 10 Juni 1993, Jakarta.
- Silitonga, T.S. 1991.** Penyaringan plasma nutfah padi terhadap kekeringan. Hasil Penelitian Plasma Nutfah Tanaman. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Nasional.
- Silitonga, T.S., D. Suardi dan Warsono. 1992.** Evaluasi perakaran padi dan hubungannya dengan ketahanan terhadap kekeringan. Laporan Plasma Nutfah Tanaman Pangan. Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Nasional.
- Silitonga, T.S., I. Nasution, dan S. Kartowinoto. 1992.** Penampilan beberapa varietas/galur padi pada tanah masam Podsolik Merah Kuning asal Tamanbogo. Laporan Plasma Nutfah Tanaman Pangan. Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Nasional, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 10p.
- Soetjipto, K., S. Apud dan I. Iskandar. 1991.** Rejuvenasi dan karakterisasi plasma nutfah kedelai (*Glycine max* L.). Hasil Penelitian Plasma Nutfah Tanaman. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Nasional. p.17-22.
- Subandi. 1983.** Pemuliaan jagung dan sorgum dalam PJPT II. Makalah disajikan pada pertemuan pemulia tanaman pangan lingkup Puslitbangtan, Bogor.
- Sumarno dan A. Kasno. 1993.** Strategi pemuliaan kacang-kacangan dalam PJPT II. Makalah disajikan pada pertemuan pemulia tanaman Puslitbangtan, Bogor.
- Tanksley, S.D., H. Medina-Filho, and C.M. Rick. 1982.** Use of naturally-occurring enzyme variation to detect and map genes controlling quantitative traits in an interspecific backcross of tomato. *Heredity* 49.
- Tanksley, S.D., Young N.D., Paterson A.H. and Bonierbale M.W. 1989.** RFLP mapping in plant breeding --new tools for an old science. *Bio/technology* 7: 257-264.

- Wang, G.L. 1992.** RFLP mapping of major and minor genes for blast resistance in a durably resistant rice cultivar. Ph.D. thesis. University of the Philippines at Los Banos.
- Yu, Z.H., D.J. Mackill, J.M. Bonman, and S.D. Tanksley. 1990.** Tagging genes for blast resistance in rice via linkage to RFLP markers. *Theory Genetica* 81: 471-476.