



BERITA UTAMA

Perkembangan Pembangunan Bank Gen di BB-Biogen

Setelah menunggu selama tiga tahun akhirnya 4 dari 5 gedung yang direncanakan selesai dibangun. Bangunan megah yang berdiri di atas lahan seluas $\pm 28.215 \text{ m}^2$ ini terletak di halaman belakang BB-Biogen. Selama tiga tahun pembangunan Bank Gen (2006-2008), Badan Litbang Pertanian mengalokasikan anggaran Rp 35.011.950.000 yang digunakan untuk alokasi pembangunan gedung utama Bank Gen dan mekanikal elektrikalnya, pembangunan fasilitas lingkungan seperti jalan kawasan, lantai jemur,

drainase kawasan, penerangan kawasan, dan hidran, pembangunan fasilitas penunjang seperti bak pembuangan limbah cair, bak penampung air, menara air, rumah genset, rumah pompa, bak penampung air, gardu listrik, rumah operator, sumur air dalam, dua buah rumah kaca, rumah pengeringan benih, dan pembelian genset otomatis kapasitas 1250 KVa, mesin pompa air dalam, dan pompa hidran, pembelian peralatan Bank Gen, dan furniture. Biaya pembangunan Bank Gen yang meliputi biaya pembangunan gedung Bank Gen, peningkatan kapasitas listrik dari 450 KVa menjadi 1250 KVa, pembelian pompa air dan pompa hidran, pengurusan IMB, fasilitas lingkungan dan fasilitas penunjang menghabiskan dana sebesar Rp 26.614.023.251, sedangkan biaya yang digunakan untuk membeli fasilitas penunjang seperti genset, peralatan laboratorium, dan

furniture menghabiskan dana sebesar Rp 6.335.559.000. Jadi total dana yang digunakan untuk pembangunan Bank Gen dan fasilitas penunjangnya sampai dengan TA 2008 mencapai Rp 32.949.582.251 atau ada dana sebesar Rp 2.062.367.749 yang tidak bisa dimanfaatkan. Selisih dana tersebut karena rekanan memberikan penawaran lebih rendah dari pagu yang disediakan. Bangunan Bank Gen yang ada saat ini merupakan bangunan *full AC*, dilengkapi detektor asap dan kamera pengintai, dan fasilitas komunikasi antar ruangan.

Walaupun ide dasar pembangunan Bank Gen ini sudah dimulai pada awal tahun 1990 namun karena berbagai pertimbangan dan masalah yang muncul akhirnya baru dapat direalisasikan setelah 16 tahun kemudian (2006). Perjalanan panjang pembangunan Bank Gen ini juga banyak menyebut nama orang

Warta Biogen

Penanggung Jawab
Kepala BB-Biogen
Sutrisno

Redaksi

Widiati H. Adil
Joko Prasetyono
Ika Roostika Tambunan
Ida N. Orbani

Alamat Redaksi

Seksi Pendayagunaan Hasil
Penelitian BB-Biogen
Jl. Tentara Pelajar 3A
Bogor 16111
Tel. (0251) 8337975, 8339793
Faks. (0251) 8338820
E-mail: borif@indo.net.id



ISSN 0216-9045



9 770216 904515

asing seperti Dr. H. Nasu, Dr. M. Oniki, Dr. Sugimoto (JICA), dan nama-nama peneliti Indonesia seperti Dr. Karden Mulya, Dr. Nurliani Bermawie, Dr. Pasril Wahid, Dr. Edi Soenarjo, Drs. Surachmat Kusumo, Dr. Yulvian, dan masih banyak nama lagi yang ikut terlibat dalam proposal perencanaan pembangunan Bank Gen sekian puluh tahun yang lalu. Penempatan lokasi Bank Gen pun pada awalnya mempunyai banyak pilihan, misalnya KP Segunung, Balitsa Lembang, KP Pakuwon, KP Muara, dan KP Cikeumeuh, namun, akhirnya pembangunan Bank Gen terjadi di BB-Biogen.

Bangunan megah yang memiliki dua lantai ini memiliki fasilitas-fasilitas seperti Fasilitas Penerimaan, Fasilitas Pengelolaan Benih, Fasilitas Penyimpanan, Fasilitas Konservasi *In Vitro* Tanaman, Fasilitas Rumah Kaca, dan fasilitas lainnya. Tugas utama Bank Gen adalah mengelola plasma nutfah tanaman pertanian di Indonesia, meliputi plasma nutfah tanaman pangan dan

spesies asli tanaman, serta mikroba terpilih yang memiliki keragaman plasma nutfah yang besar. Untuk jangka panjang aktivitas pengelolaan plasma nutfah ini juga tidak terbatas pada tanaman dan mikroba saja tetapi pada hewan dan serangga. Bank Gen ini juga akan bertindak sebagai koordinator berbagai aktivitas pengelolaan plasma nutfah pertanian sehingga tidak terjadi duplikasi kegiatan, dan tercipta pembagian pekerjaan yang proporsional, sehingga Bank Gen yang selama ini sudah terdapat dalam puslit/balit komoditas dan balai besar tetap dapat mengerjakan sebagian pekerjaan untuk mendukung dokumentasi Bank Gen. Dengan adanya pemusatan pengelolaan plasma nutfah di satu tempat (Bank Gen) ini diharapkan tidak akan terjadi lagi duplikasi penelitian, atau keluarnya plasma nutfah Indonesia secara ilegal keluar negeri.

Setelah pembangunan empat gedung ini selesai maka pada tahun 2009 akan dimulai berbagai kegiatan

an. Rombongan pertama yang telah menempati gedung ini adalah Komisi Nasional Sumber Daya Genetik (KNSDG) dan akan disusul oleh seluruh staf di Kelti Pengelolaan Sumber Daya Genetik (PSDG). Mereka inilah nantinya yang akan menjalankan Bank Gen agar berjalan sesuai dengan rencana semula.

Pembangunan Bank Gen ini belum selesai karena pembangunan Bank Gen tahap IV yang berupa bangunan bawah tanah dua lantai yang akan digunakan untuk konservasi plasma nutfah jangka panjang ditunda pelaksanaannya karena masalah pendanaan. Bangunan tersebut diperkirakan memerlukan dana Rp 6.952.951.000 apabila menggunakan standar harga tahun 2008. Sedangkan biaya yang diperlukan untuk membeli *cold storage* dan tangki nitrogen cair diperkirakan mencapai Rp 7.000.000.000.

Joko Prasetyono dan Budihardjo

SINTA, itu bukan nama seorang Dewi pasangan Rama seperti dalam Kisah Ramayana, tetapi merupakan akronim dari nama program “Sinergi Penelitian dan Pengembangan Bidang Pertanian”. Program ini merupakan program kerja sama penelitian dan pengembangan antara Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI), Departemen Pendidikan Nasional dengan Kementerian Negara Riset dan Teknologi (KNRT) dan Badan Litbang Pertanian yang dilaksanakan pada tahun 2009.

Kepala Badan Litbang menambahkan bahwa bidang pertanian merupakan salah satu bidang yang cukup penting dalam menopang kehidupan dan perannya dalam

Program Penelitian SINTA

pembangunan secara umum di Indonesia. Masing-masing lembaga tersebut sebagian memiliki sumber daya manusia dan sarana yang cukup baik untuk melaksanakan kegiatan penelitian pertanian. Apabila kemampuan kelembagaan ini digabung dalam suatu sinergi penelitian maka diharapkan dapat dihasilkan penelitian yang berkualitas, efisien dalam pemanfaatan sumber daya penelitian, dan manfaat dari hasil-hasil penelitian tersebut dapat ditingkatkan.

Tujuan program SINTA adalah untuk memperkuat jejaring kemitraan dan sinergi serta meningkat-

kan efisiensi, efektifitas, produktivitas, serta kualitas penelitian untuk menghasilkan inovasi dan teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan aktual pembangunan pertanian. Sasarannya adalah terbangunnya jaringan kemitraan penelitian yang sinergis antara Badan Litbang Pertanian, perguruan tinggi, LPND, dan LPD dan dihasilkannya inovasi serta teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan pembangunan pertanian. Keluaran yang diharapkan berupa rakitan paket inovasi teknologi dan kelembagaan.

Program penelitian SINTA untuk tahun 2009 dijabarkan ke dalam beberapa klaster yang telah ditetapkan oleh Badan Litbang Pertanian serta tetap mengacu pada Agenda Riset Nasional dan Prioritas Komoditas Departemen Pertanian. Program penelitian tersebut dikategorikan menjadi 28 klaster, yaitu:

1. Padi
2. Kacang-kacangan dan umbi-umbian
3. Sereal
4. Sayuran
5. Buah Tropika
6. Tanaman Hias
7. Buah Sub Tropika
8. Bahan bakar nabati
9. Serat-seratan
10. Kelapa dan Palma
11. Biofarmaka dan Aromatika
12. Rempah dan Industri
13. Tebu
14. Kelapa Sawit
15. Karet
16. Kopi dan Kakao
17. Teh dan Kina
18. Sapi
19. Kambing dan Domba
20. Unggas
21. Zoonosis
22. Sumber Daya Lahan Pertanian
23. Bioteknologi
24. Sumber Daya Genetik Pertanian
25. Tepung Komposit
26. Mekanisasi Pertanian
27. Sosial Ekonomi Pertanian
28. Pengkajian Spesifik Lokasi

Di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen), terdapat 19 judul penelitian yang lolos dalam Program SINTA, yaitu:

1. Identifikasi dan Seleksi Mutan Padi Umur Genjah (90 hari) dan Produktivitas Lebih dari 7 t/ha serta Mutan Kedelai untuk Umur Genjah (75 hari) Produktivitas Lebih dari 2,5 t/ha, Berbiji Besar (15 g/100 biji), dan Toleran Kekeringan.
2. Rekayasa Genetik *Azospirillum* Unggul untuk Menurunkan Penggunaan Pupuk Nitrogen Sebesar 30% dan Penggunaan Pupuk Fosfat Sebesar 15% dari Standar Pemupukan untuk Padi Sawah.
3. Rekayasa Genetik untuk Memperoleh Pisang dengan Produktivitas 15 t/ha, Kadar Gula dan β -Karoten Tinggi serta Tahan Penyakit Fusarium.
4. Perbaikan Padi Fatmawati Menjadi Varietas Baru Tahan Penyakit Blas Umur 90 Hari dan Produktivitas 10,8 t/ha melalui Kombinasi Teknik Iradiasi dan Kultur Antera.
5. Seleksi Sumberdaya Genetik Kedelai untuk Ketahanan terhadap Hama Lalat Bibit dan Penggerek Polong serta Penggunaan Feromon untuk Pengendalian Penggerek Polong dengan Efektifitas 80%.
6. Pembentukan Galur Padi Gogo (Produktivitas 5 t/ha, Umur 90 Hari) Multi Gen Tahan terhadap Penyakit Blas (*Pyricularia grisea*) melalui Kultur Antera dan MAS (*Marker Aided Selection*).
7. Metode Perbanyak *In Vitro* Tanaman Pisang Kepok Tanpa Jantung yang Lebih Murah 33% dari Metode Baku.
8. Rekayasa Genetik Kedelai untuk Produktivitas 3 t/ha, Berumur 70 Hari, dan Toleran Panas.
9. Aplikasi Marka Molekuler Terkait Umur Genjah 70 Hari dan Produktivitas Tinggi 3 t/ha pada Kedelai.
10. Identifikasi Laju Pertumbuhan Tanaman dan Karakter Agronomi Plasma Nutfah Jagung Umur Genjah (70-85 Hari), Efisien Penggunaan Pupuk N 10% dari Standar Pemupukan dan Berpotensi Hasil Tinggi 6 t/ha.
11. Rekayasa Genetik untuk Memperoleh Genotipa Lada dengan Produktivitas 3,5 kg/tanaman dan Tahan Penyakit Busuk Pangkal Batang.
12. Rekayasa Genetik Bakteri Lignoselulolitik untuk Merombak Limbah Pertanian dalam 7 Hari.
13. Metode Perbanyak *In Vitro* Nilam Unggul dengan Produktivitas Minyak 250 kg/ha/tahun dan Toleran Kekeringan yang Lebih Murah 50% dari Metode Baku.
14. Pembentukan *Core Collection* untuk Efisiensi Pengelolaan Sumber Daya Genetik Padi.
15. Aplikasi Marka Molekuler Terkait dengan Umur Genjah 90 Hari dan Produktivitas 7 t/ha pada Padi.
16. Rekayasa Genetik Jagung Hibrida dengan Produktivitas 12 t/ha, Berumur 90 Hari dan Toleran Kekeringan.
17. Identifikasi Plasma Nutfah Padi yang Memiliki Karakter Laju Pengisian Biji 1,3 g/rumpun/hari, dan Komponen Hasil Tanaman Berumur Genjah Kurang dari 95 Hari yang Berpotensi Hasil Tinggi (>7 t/ha), serta Penggunaan Pupuk yang Lebih Efisien 10% daripada Pemupukan Optimal.
18. Rekayasa Genetik untuk Memperoleh Padi Inbrida dengan Produktivitas 7 t/ha dan Berumur 90 Hari.
19. Evaluasi Plasma Nutfah Kedelai Tahan Penyakit SSV, Hawar Bakteri, dan Bisul Bakteri yang Dapat Meningkatkan Efisiensi Pengendalian Sebesar 80%.

"Kita Tunggu Apakah Produk-produk yang Dihasilkan dari Penelitian ini akan Menjadi Dambaan Masyarakat Bak Dewi Sinta yang Didambakan Oleh Sri Rama"

Ika Roostika

APEC Policy Roundtable on Low Level Presence of Products of Agricultural Biotechnology in Food diselenggarakan di Singapura pada tanggal 17-18 Februari 2009, dihadiri oleh wakil dari 15 negara peserta, yaitu: Australia, Kanada, Chili, Cina, Indonesia, Korea, Malaysia, Mexico, Peru, Filipina, Singapura, Taiwan, Thailand, Vietnam, dan Amerika Serikat. Acara ini dibuka oleh Ketua Delegasi Singapura Dr. Paul Chiew dari AVA Singapura.

Dalam sambutannya, Dr. Paul Chiew dari AVA Singapura menjelaskan bahwa Singapura telah mengadopsi *Codex Guideline for Conduct of Food Safety Assessment of Food Derived from Recombinant DNA Plants* dan diharapkan negara-negara APEC dapat memakai *Codex Annex* untuk membuat peraturan-peraturan mengenai *food safety* dari GMO agar dapat memfasilitasi perdagangan hasil pertanian antarnegara anggota APEC ini.

Dr. Julian Adam dari USAID mengemukakan bahwa pertemuan ini diselenggarakan untuk menindaklanjuti *Policy Dialogue ke-7* pada tanggal 27-28 Februari 2008 di Lima, Peru. Pada pertemuan tersebut, isu utama yang didiskusikan adalah perdagangan komoditas pertanian dan adanya kasus *low level presence (LLP) in food of rDNA plant materials* (keberadaan dalam jumlah kecil rDNA tanaman dalam makanan) di mana tanaman atau produk tanaman yang mengandung rDNA telah dilegalkan (mendapat *approval*) di beberapa negara, tetapi tidak di negara yang mengimpornya. Oleh karena itu, acara ini menjadi ajang untuk saling membagi pengalaman dalam hal di mana dan bagaimana *Codex Annex* dapat digunakan di peraturan domestik (nasional) masing-masing negara dan bagaimana sistem masing-masing negara tersebut sejajar dengan *Codex Annex*.

APEC Policy Roundtable on Low Level Presence of Products of Agricultural Biotechnology in Food

Dr. James Maryanski (*Food and Agriculture Consultant*) dari Tokyo, Jepang menyampaikan presentasi dengan topik *Food Safety Assessment of Low Presence of rDNA Plant Material in Food*, beliau menjelaskan definisi LLP, mengapa bisa terjadi, pengaruhnya terhadap perdagangan, dan bagaimana mengatasi LLP menggunakan *Codex Annex*. Sedangkan Dr. Guillaume Gruere (*Research Fellow*) dari IFPRI/PBS, Washington DC, USA menyampaikan presentasi yang berjudul *Economic and Trade Implication for APEC Economies of Selected Implementation Options under the Codex Annex*. Pada presentasinya dikemukakan pengaruh secara ekonomi dari pilihan-pilihan peraturan yang diterapkan mengikuti *Codex Annex*. Apa yang terjadi dan biaya ekonomi yang dikeluarkan oleh suatu negara pada 4 pilihan, yaitu pertama dilarang memanfaatkan GMO; kedua, jika tidak ada LLP; ketiga, LLP toleran dari 0-100%; dan keempat, 100% toleran. Harmonisasi aturan dapat mempermudah iklim perdagangan hasil pertanian. Dari hasil presentasi perwakilan negara yang hadir terlihat bahwa terdapat variasi mengenai perkembangan riset serta pemanfaatan dan peraturan yang ada mengenai GMO. Di samping itu juga diketahui ada beberapa negara yang telah mempunyai pengalaman kasus LLP di negaranya.

Berdasarkan hasil diskusi pada sesi sintesis, ke depan beberapa aspek yang harus diperhatikan dan dipecahkan, yaitu:

1. Apakah definisi-definisi yang ada mengenai *Codex Annex* LLP?
2. Implikasi ekonomi dari implementasi *Codex Annex* ini dalam peraturan tiap negara anggota.

3. Status dari tiap negara anggota yang berkaitan dengan LLP dan *Codex Annex* LLP.
4. Dari pertemuan ini diharapkan tiap negara telah mengetahui bahwa LLP menjadi isu dalam perdagangan produk pertanian
5. Adanya keinginan beberapa negara anggota untuk menerapkan *Codex Annex* LLP dalam kebijaksanaan nasionalnya (peraturan domestik)
6. Peraturan/kebijaksanaan/*policy* saat ini berbeda pada tiap negara, yaitu:
 - a. Negara yang telah mempunyai peraturan LLP (Australia, Kanada, Filipina, Amerika Serikat, dan Singapura)
 - b. Negara yang sedang membuat peraturan LLP (Taiwan, Thailand)
 - c. Negara yang ingin membuat peraturan LLP (Indonesia, Cina, Malaysia, Mexico, Peru, dan Vietnam)
 - d. Negara yang tidak mempunyai peraturan LLP (Chile)
 - e. Negara yang abstain (Korea).

Untuk ke depan perlu diselenggarakan seri diskusi *roundtable* yang akan membahas komunikasi ke publik tentang LLP dan peraturan jika LLP terjadi; metode untuk menghindari distrupsi perdagangan hasil pertanian karena LLP ini; *sharing* informasi oleh negara-negara yang telah berpengalaman menghadapi kasus LLP dan bagaimana mereka mengatasinya; apakah memang diperlukan untuk menset *threshold* untuk LLP? dan bagaimana menseting *threshold* untuk LLP. Untuk mendukung hal-hal di atas juga perlu konsistensi metode deteksi GMO dan pengembangan kapasitas deteksi GMO di antara negara-negara peserta APEC.

Bahagiawati

Peluang Penelitian Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Masih Terbuka Lebar

Mengenal Jarak Pagar

Bionergi atau energi biomassa merupakan salah satu sumber energi primer atau bahan bakar biologis (*biofuel*), yaitu yang berasal dari unsur nabati sehingga dapat diperbarui (*renewable*) dengan jalan menanam atau membudidayakan kembali bahan bakunya *biofuel* terdiri atas *bioetanol* (gasohol), *biodiesel*, *biooil* dan berbagai jenis bahan bakar minyak nabati lainnya. Di Indonesia, tanaman penghasil minyak nabati yang sudah dikenal antara lain kelapa, kelapa sawit, kedelai, kapuk/randu, bunga matahari, nimba, ki pahang laut/pongamia, jarak, dan nyamplung. Penghematan menjadi cukup besar bila dapat dicapai impor BBM dapat digantikan dengan pasokan *biofuel* produksi dalam negeri. Dalam Kebijakan Energi Nasional 2003-2020, telah ditargetkan penggunaan energi baru dan terbarukan sebesar 5%, dan telah ditetapkan pada tahun 2009, sebanyak 2% dari konsumsi bahan bakar nasional berasal dari *biofuel*.

Beberapa tahun terakhir jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) telah menarik perhatian dunia. Melalui teknik kimia sederhana minyaknya dapat diolah menjadi *biodiesel* yang secara ekonomis dapat menjadi campuran atau substitusi bagi minyak diesel. Saat ini telah diperoleh tanaman jarak pagar dengan kandungan minyak yang berkisar antara 30-37% (biji) dan 50-60% (kulit biji). Bibit tanaman jarak yang mendapat perlakuan budi daya yang optimum setelah 4-5 tahun sudah dapat menghasilkan biji jarak per tahun yang setara dengan 0,75-2 ton *biodiesel* per hektar. Minyak jarak tidak dapat dikonsumsi manusia (*non-edible*) karena mengandung zat racun "*curcascine*", se-

hingga diharapkan harganya pun akan lebih murah dan tidak dipengaruhi fluktuasi penawaran-permintaan (*supply-demand*). Seperti halnya minyak sawit, jarak ini mudah tumbuh pada kondisi tanah yang marginal (lahan kering, pH rendah, erosi tinggi, dan sebagainya.) bahkan yang sudah rusak seperti pada lahan bekas pertambangan. Evaluasi potensi tanaman jarak pagar dalam mereklamasi tanah yang terpolusi oleh logam berat seperti kadmium, air raksa, krom, timbal, timah, besi dan tembaga mulai banyak diteliti. Dengan mengkombinasikan penggunaan pupuk organik dengan anorganik serta jamur endofitik, SBRC-IPB, telah berhasil menanam jarak pagar di daerah bekas tambang timah di Pulau Bangka. Tidak mengherankan jika tanaman ini kemudian disebut sebagai "emas hijau" *Green Gold vs Black Gold*, yaitu minyak bumi asal fosil yang tidak terbarukan, karena bukan saja menghasilkan *biofuel* tetapi juga membantu dalam melindungi lingkungan selain secara tradisional telah lama digunakan sebagai obat maupun keperluan lainnya.

Pemerintah sangat mendukung pengembangan jarak pagar ini yang selain sebagai salah satu solusi da-



lam menyediakan *biodiesel* sekaligus juga untuk merealisasikan konservasi lahan dan meningkatkan pendapatan masyarakat (*empowerment of public economic*). Secara resmi pengembangan *biofuel* telah dicanangkan Pemerintah melalui Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional dan Inpres No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati sebagai Bahan Bakar lain. Salah satu tugas Menteri Pertanian adalah memfasilitasi penyediaan benih dan bibit tanaman bahan baku bahan bakar nabati (*biofuel*). Inpres No. 1 Tahun 2006 telah dijabarkan lebih lanjut dalam Program Aksi Penyediaan Bahan Baku Bahan Bakar Nabati (*biofuel*) oleh Departemen Pertanian sehingga pengembangan tanaman jarak pagar merupakan salah satu prioritas. Menurut Kepala Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi (SBRC)-IPB walaupun pemerintah telah menargetkan penanaman jarak pagar di Indonesia pada tahun 2010 seluas 1,5 juta hektar namun realisasinya sampai April 2008 baru sebesar 121.200 hektar sehingga terbuka peluang bisnis bibit jarak untuk memenuhi target penanaman tersebut (Gambar 1).

Penanaman tanaman jarak dalam skala yang luas tentu akan memerlukan bibit/propagul yang berkualitas unggul dan seragam dalam jumlah banyak serta waktu yang singkat. Secara konvensional jarak diperbanyak melalui biji atau stek batang. Namun demikian, sifat biji yang heterozigos tentu akan menghasilkan tanaman yang tidak serupa dengan induknya, sedangkan kendala penggunaan stek adalah terbatasnya ketersediaan batang yang

sesuai untuk dijadikan stek. Teknik kultur jaringan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Keberhasilan teknik ini dalam menghasilkan propagul bermutu pada berbagai jenis tanaman sudah lama terbukti.

Kultur Jaringan dan Transformasi Genetik Jarak Pagar

Perbanyak tanaman jarak pagar secara *in vitro* untuk penyediaan bibit secara masal melalui lintasan organogenesis telah berhasil dilakukan menggunakan eksplan tunas aksilar (Shrivastava dan

Banerjee 2008). Media MS yang diberi BA atau TDZ serta dikombinasikan dengan IBA ternyata cukup efektif dalam menginduksi regenerasi tunas (Tabel 1). Komposisi media ini juga ternyata dapat diaplikasikan dalam transformasi genetik tanaman jarak pagar (Li *et al.* 2008). Mutiplikasi tunas samping serta induksi tunas adventif pada eksplan daun lebih efektif apabila menggunakan TDZ. Penggunaan BA yang dikombinasikan dengan IBA mampu menginduksi kalus yang diikuti dengan munculnya tunas-tunas adventif, sedangkan kombinasi ketiganya (TDZ + BA + IBA) langsung

menginduksi tunas adventif dengan menghambat pertumbuhan kalus (Deore dan Johnson 2008).

Protokol dalam meregenerasi jarak pagar melalui lintasan embriogenesis somatik juga telah dilaporkan. Frekuensi pembentukan kalus embriogenik dilaporkan sebesar 56%. Dengan laju konversi embrio sebesar 80% telah diperoleh rata-rata sebesar 58,5 embrio somatik per kalus. Embrio somatik tahap globular telah dapat diamati pada 4 sampai 6 minggu setelah kultur diinisiasi sedangkan konversi embrio somatik selanjutnya sampai tahap kecambah juga memerlukan waktu 4 sampai 6 minggu (Tabel 1).

Pemberian GA₃ dapat dilakukan untuk mempercepat pemanjangan tunas sedangkan adenin sulfat dapat diberikan untuk membantu proses pertumbuhan embrio somatik dan meningkatkan vigoritas planlet (Shrivastava dan Banerjee 2008). Untuk menginduksi perakaran, dapat digunakan media dengan pemberian NAA 1 mg/l, IBA 0,1-0,3 mg/l (Deore dan Johnson 2008, Li *et al.* 2008) atau pada 1/2 MS + IBA 3 mg/l (Shrivastava dan Banerjee 2008). Keberhasilan dalam aklimatisasi planlet yang telah berakar dilaporkan berkisar 80-100% (Deore dan Johnson 2008, Shrivastava dan Banerjee 2008). Di Indonesia, penelitian kultur *in vitro* jarak pagar baru dimulai sekitar tahun 2004. Saat ini Karyanti *et al.* (2008) telah berhasil menginduksi tunas dari eksplan daun dari bibit asal biji yang dikombinasikan dengan menggunakan BAP (4 dan 5 ppm) atau kinetin (15 dan 20 ppm).

Transformasi dengan prosedur yang efisien pada tanaman jarak telah berhasil dilakukan untuk pertama kali oleh Li *et al.* (2008) melalui *Agrobacterium tumefaciens* pada potongan kotiledon (Gambar 2). Li *et al.* (2008) menggunakan strain LBA4404 dan EHA105 dengan gen

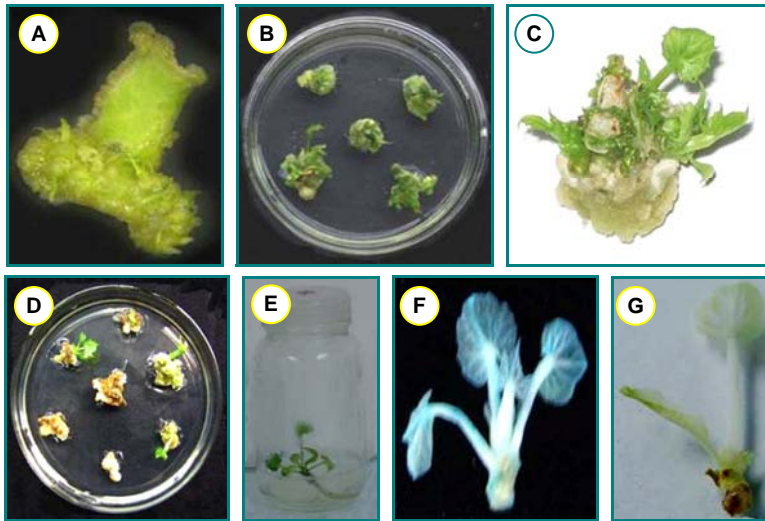


Gambar 1. Rencana pengembangan tanaman jarak pagar di Indonesia.

Sumber: *Surfactant and Bioenergy Research Center-IPB.*

Tabel 1. Respon kultur *in vitro* jarak pagar (*J. curcas* L.).

Eksplan	Medium (ZPT dan aditif dalam mg/l)	Respon
Sujatha <i>et al.</i> (2005)		
Tunas aksilar	TDZ 0,5-1	100% mutiplikasi tunas
Potongan daun	BA 2-10 IBA 1	79% regenerasi tunas adventif
Shrivastava dan Banerjee (2008)		
Tunas aksilar	BA 3 + IBA 1 + adenin sulfat 25 + glutamin 50 + L-arginin 15 + asam sitrat 25	Dalam 3x subkultur diperoleh 100 tunas per eksplan (tanpa kalus)
Deore dan Johnson (2008)		
Daun dari bibit asal biji	TDZ 0,5 + BA 0,5 + IBA 0,1	53% induksi tunas secara langsung (tanpa kalus)
Daun tanaman dewasa		
Li <i>et al.</i> (2008)		
Kotiledon	BA 1,5 + IBA 0,05 + GA ₃ 0,5	33-38% regenerasi tunas adventif
Jha <i>et al.</i> (2007)		
Daun	Kinetin 2-0,5 + IBA 0,2 Kinetin 0,5 + IBA 0,2 + adenin sulfat 5	Kalus embriogenik Diferensiasi embrio Pematangan embrio 56% induksi tunas
Karyanti <i>et al.</i> (2008)		
Daun dari bibit asal biji	BAP (4 dan 5 ppm) Kinetin (15 dan 20 ppm)	Induksi tunas tidak langsung (melalui kalus)



A = induksi tunas adventif pada potongan kotiledon, B = multiplikasi tunas, C = tunas tumbuh dari bagian yang dipotong, D = tunas yang tahan pada media seleksi mengandung *phosphinothricin*, E = planlet transgenik putatif di medium seleksi, F = ekspresi gen reporter (gen *uidA/gus*) berupa munculnya warna biru pada planlet transgenik, G = tidak ada ekspresi gen *gus* pada planlet non transgenik.

Gambar 2. Perbanyakkan dan transformasi tanaman jarak pagar (*J. curcas* L.).
Sumber: Li *et al.* (2008).

phosphinothricin acetyltransferase dan *hygromycin phosphotransferase* (*hpt*) sebagai marka penyeleksi. Penelitian tersebut di Indonesia dikembangkan lagi oleh Widiyanto (2008) namun dengan menggunakan eksplan embrio, nodus kotiledon, bagian buku dan antarbuku dari kecambah serta gen *neomycin phosphotransferase II* (*nptII*) sebagai marka penyeleksi. Untuk memeriksa keberhasilan proses transformasi, Widiyanto (2008) juga menggunakan analisis histokimia untuk mendeteksi ekspresi sementara gen *gus* pada eksplan atau planlet hasil transformasi.

Peluang Penelitian Selanjutnya

Prospek pengembangan jarak pagar melalui kultur jaringan dan transformasi genetik masih terbuka luas. Mengingat terbatasnya keragaman genetik jarak pagar yang ada di Indonesia maka perbaikan genetik secara konvensional dan dengan bioteknologi seperti hibridisasi somatik, mutasi, dan transformasi perlu dilakukan untuk mendapatkan varietas dengan karakter yang diinginkan misalnya hasil biji dan kan-

dungan minyak yang tinggi, ketahanan terhadap OPT serta adaptasinya terhadap berbagai kondisi agroklimat. Strategi selanjutnya dapat difokuskan pada seleksi yang dapat dipercepat dengan marka molekuler serta dilanjutkan dengan perbanyakkan galur-galur elit hasil pemuliaan tersebut secara masal melalui kultur jaringan. Optimasi di bidang perbanyakkan masal dengan eksplan dari bagian vegetatif atau reproduktif langsung dari tanaman jarak unggul (kecuali bijinya) masih terbuka lebar untuk diteliti.

Minyak yang kaya dengan asam oleat ideal untuk makanan dan industri yang memerlukan kestabilan oksidatif yang tinggi dan hal inilah yang biasanya dikembangkan pada tanaman penghasil minyak baik secara konvensional maupun bioteknologi. Tidak seperti spesies *Jatropha* lainnya yang banyak mengandung asam lemak linoleat, kernel *J. curcas* justru mengandung banyak oleat (37-63%). Oleh karena itu apabila kita dapat melakukan transformasi yang dapat menghentikan aktivitas gen delta-9 atau 12 desaturase untuk meningkatkan

akumulasi asam stearat atau oleat maka minyak lemak dari jarak akan semakin meningkat kualitasnya karena tidak mudah membeku pada suhu rendah.

Mulai tahun 2007 di BB-Biogen terdapat satu judul penelitian APBN yang mengaplikasikan marka molekuler untuk mendapatkan luaran berupa (a) marka DNA untuk karakter kadar minyak tinggi dan produktivitas tinggi (2010) serta (b) galur jarak pagar dengan kadar minyak biji lebih dari 37% dan produktivitas lebih dari 10 t/ha (2013). Sementara itu dari hasil penelitian di IPB dan Puslitbangbun diketahui bahwa di Indonesia sudah ada provenan jarak pagar dengan kadar minyak biji lebih dari 37% sedangkan sampai saat ini produksi tertinggi pada tanaman jarak pagar unggul dengan budi daya intensif saja baru menghasilkan sekitar 4-5 ton biji/ha yang mana hal itupun dicapai pada saat tanaman sudah mencapai masa produktif, yaitu sekitar 4-5 tahun dari penanaman bibit. Mari kita tunggu apakah penelitian tersebut akan berhasil mencapai target?

DAFTAR PUSTAKA

- Deore, A.J. and T.S. Johnson. 2008. High frequency plant regeneration from leaf-disc cultures of *Jatropha curcas* L.: An important biodiesel crop. Plant Biotechnol Rep. doi: 10.1007/s11816-008-0042-y.
- Jha, T.B., M. Priyamka, and M.M. Datta. 2007. Somatic embryogenesis in *Jatropha curcas* Linn., an important biofuel plant. Plant Biotechnology Reports. 1(3):135-140.
- Karyanti, D. Purwoko, and T. Tajuddin. 2008. The induction of shoots on leaf explants of *Jatropha curcas* L. with cytokinins: BAP and kinetin. Presentation. International *Jatropha* Conference 2008: Researcher for The Near Future Business, June 24 th-25 th, 2008, IPB International Convention Center, Bogor, Indonesia.
- Li, M., H. Li, H. Jiang, X. Pan, and G. Wu. 2008. Establishment of an Agrobacterium-mediated cotyledon disc transformation method for *Jatropha curcas*. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 92:173-81.

Shrivastava, S. and M. Banerjee. 2008. *In vitro* clonal propagation of physic nut *Jatropha curcas* L.: Influence of additives. *Internat. J. Integrative Biol.* 3(1):73-79.

Sujatha, M., H.P.S. Makkar, and K. Becker. 2005. Shoot bud proliferation from axillary nodes and leaf sections of non-toxic *Jatropha curcas* L. *Plant Growth Regulation* 47:83-90.

Widiyanto, S.N. 2008. The development of *Agrobacterium*-mediated transformation procedure of *Jatropha curcas* L. *Proceedings of International Jatropha Conference 2008: Researcher for The Near Future Business*, June 24 th-25 th, 2008, IPB International Convention Center, Bogor, Indonesia.

Isuari S. Dewi

Ferrum atau besi (Fe) adalah hara esensial yang dibutuhkan tanaman untuk mendukung transportasi elektron dalam proses fotosintesis. Fe merupakan akseptor elektron penting dalam reaksi redoks dan aktivator untuk beberapa enzim (Immanudin 2007). Namun bila Fe terlalu banyak juga akan meracuni tanaman itu sendiri. Jutaan hektar lahan di beberapa negara Asia, Afrika, dan Amerika Latin dilaporkan mengalami keracunan Fe (Ottow *et al.* 1989). Di Indonesia keracunan Fe terjadi di daerah rawa pasang surut, Podsolik Merah Kuning, daerah rendah dengan drainase buruk, dan daerah bukaan baru yang tersebar di kepulauan Indonesia (Ismunadji 1990).

Gejala keracunan Fe ditandai oleh warna daun oranye atau *bronzing*, pembungaan terlambat, proses asimilasi terhenti, tanaman menjadi kerdil, akar menebal berwarna coklat, kasar, dan pendek. Bagian batang dan daun menjadi busuk dan tanaman mati.

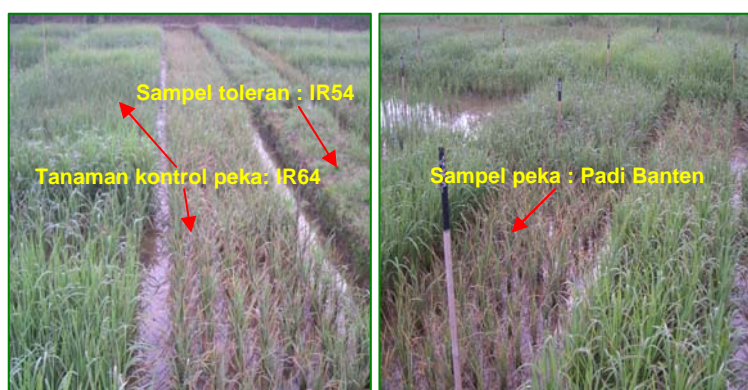
Pada tahun 2007 telah dilaksanakan pengujian tingkat toleransi 98 nomor aksesori plasma nutfah padi (termasuk kontrol) di Tamanbogo, Lampung. Lahan yang digunakan adalah lahan sawah berkadar Fe sekitar 200 ppm. Sejauh ini metode untuk seleksi dilakukan dengan *stripe check*, yaitu menempatkan varietas kontrol toleran dan peka di setiap 10 galur uji, demikian juga varietas kontrol toleran dan peka juga ditanam di sekeliling petak lahan yang digunakan untuk pengujian.

Uji Toleransi Plasma Nutfah Padi terhadap Keracunan Fe di Lapang dan Disain Primer Fe-SNP

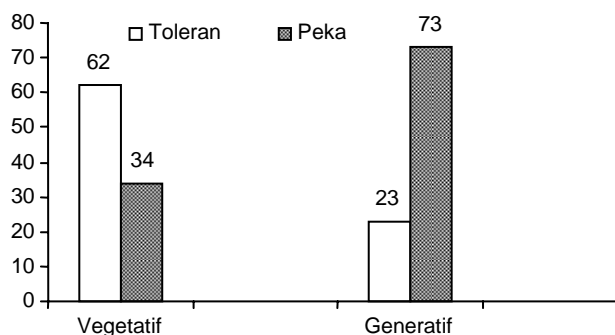
Hal ini dilakukan agar dapat diketahui tingkat homogenitas lahan tersebut. Keragaan hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 1.

Dari total 96 nomor aksesori yang diuji, terdapat perbedaan respon toleransi pada umur tanaman yang berbeda. Pada fase vegetatif (fase anakan maksimum), nomor aksesori yang bersifat toleran lebih banyak dibandingkan dengan nomor yang peka (Gambar 2).

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada saat fase vegetatif terdapat 62 nomor tanaman yang bersifat toleran dan pada saat tanaman memasuki fase generatif (fase primordia) jumlah yang toleran hanya 23 nomor. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman padi fase vegetatif lebih toleran dibandingkan dengan tanaman fase generatif. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Zeng dan Shanon (2000) yang menyebutkan



Gambar 1. Keragaan plasma nutfah uji di lahan Fe tinggi pada pengujian lapang (MH 2007) di Tamanbogo, Lampung.



Gambar 2. Respon 96 nomor aksesori plasma nutfah terhadap keracunan Fe pada pengujian di lapang (MH 2007).

kan bahwa tanaman fase *seedling* lebih toleran dibandingkan dengan fase reproduktif terhadap cekaman ion-ion tanah yang bersifat toksik terhadap tanaman. Disebutkan juga bahwa adanya cekaman toksik dari ion Fe akan berpengaruh pada proses diferensiasi dalam siklus sel tanaman padi.

Berdasarkan keragaan tingkat toleransi 96 nomor aksesi plasma nutfah padi yang diuji terhadap keracunan Fe di lapang, terpilih 18 nomor aksesi dengan keragaan terbaik (Tabel 1). Aksesi-aksesi tersebut menunjukkan tingkat toleransi baik pada fase vegetatif ataupun generatif, pada ulangan I dan ulangan II. Kedelapan belas nomor aksesi terpilih tersebut mewakili kelompok subspecies padi Indica dan Tropical Japonica berdasarkan hasil pengelompokan pada penelitian sebelumnya.

Beberapa nomor terpilih selanjutnya diekstrak DNA-nya untuk digunakan dalam analisis sekuensing untuk mendesain primer Fe-SNP. Fe-SNP genotyping akan dilakukan pada 18 nomor subsampel terpilih seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nomor-nomor aksesi plasma nutfah padi terpilih toleran terhadap keracunan Fe pada pengujian di lapang (Lampung, MH 2007).

No.	Sampel	No. aksesi	Kelompok	Fase vegetatif		Fase generatif	
				Skor	Respon	Skor	Respon
1.	Mahsuri	-	Indica	3	T	3	T
2.	Getik	5643	Indica	1	T	3	T
3.	Menta	5758	Indica	3	T	3	T
4.	Djedah	6601	Indica	3	T	3	T
5.	Komas a	6877A	Indica	3	T	3	T
6.	Utri Deli	5730	Indica	3	T	3	T
7.	Markuti	5754	Indica	3	T	3	T
8.	IR54	21165	Indica	1	-	3	-
9.	Lima Bulan Kamang	12399	Indica	3	T	3	T
10.	Lantiak	13236	Indica	2	T	3	T
11.	Ketupat	14657	Indica	3	T	3	T
12.	P. Namang	21256	Indica	3	T	3	T
13.	Pae Gudo	6332	Indica	3	T	3	T
14.	Pulut Longbanga	C13	Tropical Japonica	3	T	3	T
15.	P. Ketan Merah	C18	Tropical Japonica	3	T	3	T
16.	P. Ketan Alay	C82	Tropical Japonica	1	T	3	T
17.	P. Belanda	C98	Tropical Japonica	2	T	3	T
18.	P. Kley	C146	Tropical Japonica	1	T	3	T

Disain Primer

Disain primer dilakukan untuk analisis alel sifat toleran terhadap keracunan Fe dalam rangka pencarian alel baru. Disain primer Fe-LD dilakukan pada 3 nomor aksesi terseleksi (Mahsuri, Getik, dan P. Kley) yang bersifat toleran terhadap Fe di lapang. Disain primer Fe-LD didasarkan pada beberapa penelitian tentang indentifikasi gen toleran keracunan Fe yang dilakukan melalui beberapa pendekatan penelitian, yaitu melalui pendekatan pemetaan QTL (Wu *et al.* 1997, Takehisa *et al.* 2006) dan cDNA kloning (Bauer *et al.* 2006, Ishimaru *et al.* 2004). Namun demikian beberapa penelitian menunjukkan bahwa kandidat gen toleran keracunan Fe tersebar di beberapa kromosom dari genom padi dengan mekanisme toleransi yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini primer Fe-LD didisain berdasarkan beberapa mekanisme toleransi keracunan Fe pada tanaman *Arabidopsis thaliana* (At) dan *Oryza sativa* (Os).

Beberapa peneliti menyebutkan beberapa gen pengkode mekanisme toleransi terhadap toksisitas Fe, yaitu IRT1 (Eide *et al.* 1996), IRT2 (Vert *et al.* 2001), FRO satu

sampai tiga (Robinson *et al.* 1999), dan NAS (Herbik *et al.* 1999, Higuchi *et al.* 2001).

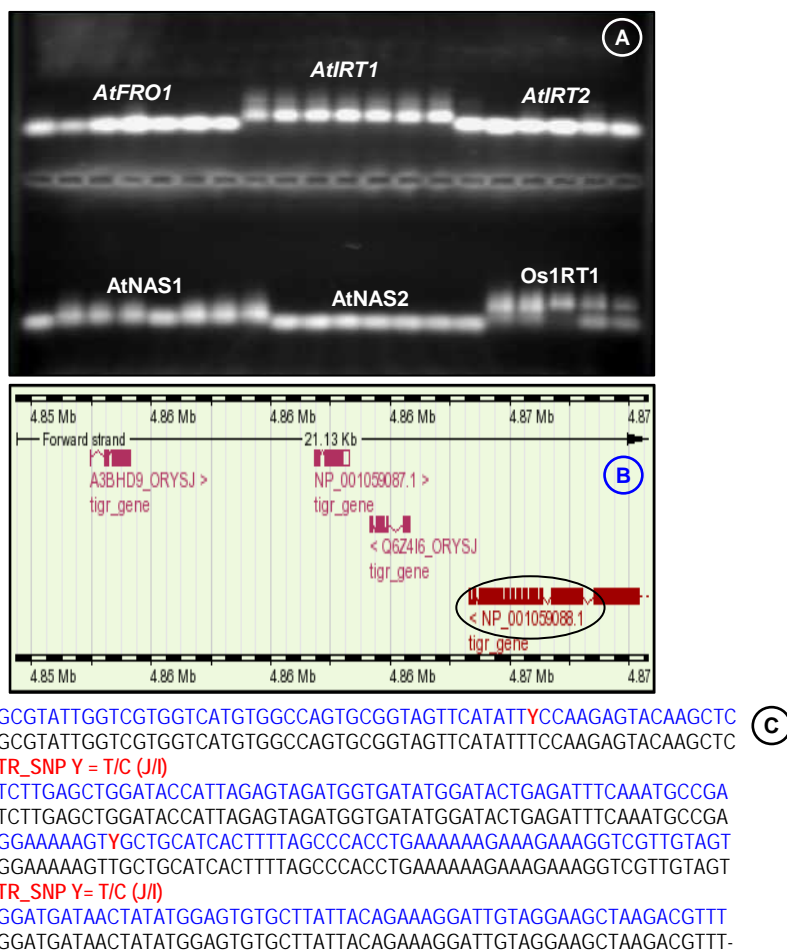
Beberapa primer spesifik untuk gen-gen di atas digunakan untuk mengamplifikasi *region* Fe-LD pada 3 nomor aksesi plasma nutfah yang digunakan dalam kegiatan ini, yaitu Mahsuri, Getik, dan P. Kley. Hasil amplifikasi seperti terlihat dalam Gambar 3A. Selanjutnya hasil amplifikasi ini disekuon dan di-*alignment* ke dalam *rice genome browser* (Gramene atau TIGR database) untuk disain primer SNP-nya. Hasil analisis dari sekuon Fe-LD yang diperoleh juga tampak pada Gambar 3C.

Hasil analisis sekuens primer Fe-LD, yaitu primer OsIRT1 pada 3 nomor aksesi plasma nutfah padi (salah satunya plasma nutfah Mahsuri) tertera pada Gambar 3, menunjukkan adanya situs SNP pada *translated region*, yaitu basa Timin pada genom Japonica dan Cytosin pada genom Indica. Hasil analisis sekuon menggunakan beberapa primer Fe-LD untuk mendesain primer Fe-SNP disajikan pada Tabel 2.

Primer-primer Fe-SNP selanjutnya akan digunakan untuk kegiatan lanjutan Fe-SNP *genotyping* pada 18 nomor aksesi plasma nutfah yang telah terseleksi yang bersifat toleran terhadap keracunan Fe, berdasarkan pengujian di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bauer, P., T. Thiel, M. Klatte, Z. Berczky, T. Brumbarova, R. Hell, and I. Grosse. 2004. Analysis of sequence, map position and gene expression reveals conserved essential genes for iron uptake in *Arabidopsis* and tomato. *J Plant Physiol.* 136:4169-4183.
- Eide, D., M. Broderius, J. Fett, and M.L. Gueriot. 1996. A novel iron-regulated metal transporter from plants identified by functional expression in yeast. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 93:5624-5628.
- Herbik, A., G. Koch, H.P. Mock, D. Dashkow, A. Czihal, J. Thielmann, U.W. Stephen, and H. Baumliien. 1999. Isolation, characterization and cDNA



Gambar 3. A = hasil amplifikasi beberapa primer Fe-LD, B = TIGR gen target *OsIRT1*, sebagai protein transporter yang terekspresi pada daun dan batang, C = sekuen *OsIRT1* pada plasma nutfah Mahsuri yang di-alignment dengan *OsIRT1* Nipponbare.

Tabel 2. Primer Fe-SNP berdasarkan hasil sekuensing Fe-LD 3 aksesii plasma nutfah padi pada beberapa kromosom dan mekanisme toleransi yang berbeda.

Fe-LD target	SNP target	Sumber Sekuen		Krom	Sekuen primer	Mekanisme Toleransi
	Japo/Indica	Varietas	Respon			
Fe_AtIRT1_TR	A/G	Mahsuri	Toleran (skor 3)	1	CTGAAAGGCTCCGCTCACCA	Bronzing
Fe_OsIRT1_UTR	G/A	P. Kley	Toleran (skor 2)	2	TCAAATGTTCTGATTAATTG	Bronzing
Fe_AtNAS1_TR	T/C	Getik	Toleran (skor 2)	3	CGATCGTGAGGATGCTGCAT	Bronzing
Fe_AtIRT1_UTR	T/C	Mahsuri	Toleran (skor 3)	7	TAGTGTCTTCTGTTCTCTCT	Gluthatione reductase
Fe_AtNAS2_TR	A/G	P. Kley	Toleran (skor 3)	7	CCGACGTAAAGGTGAATTGA	Gluthatione reductase
Fe_OsIRT2_TR	T/C	Mahsuri	Toleran (skor 3)	7	CAGTGCGGTAGTTCATATTT	Bronzing
Fe_AtNAS2_UTR	C/T	Getik	Toleran (skor 3)	8	TTTTGGTAACATTGTTTTTC	Penurunan berat akar kering
Fe_FRO1_1_UTR	A/G	Mahsuri	Toleran (skor 3)	8	AATATGTTGAACCTGTAACA	Penurunan berat akar kering
Fe_FRO1_2_UTR	C/T	Mahsuri	Toleran (skor 3)	8	CCTGTTCTATTCATGTATGGC	Penurunan berat akar kering
Fe_OsIRT1_TR	T/C	Mahsuri	Toleran (skor 3)	11	GCGGCACGGCGTGCGACAGT	Bronzing

cloning of nicotianamine synthase from barley. A key enzyme for iron homeostasis in plants. *Eur.J.Biochem*, 265:231-239.

Higuchi, K., S. Watanabe, M. Takahashi, S. Kawasaki, H. Nakanishi, N.K. Nishizawa, and S. Mori. 2001. Nicotianamine synthase gene expression differs in barley and rice under Fe deficient condition. *Plant J.* 25:159-167.

Immanudin, S. 2007. www.kaborindonesia.com.

Ishimaru, Y., M. Suzuki, T. Tsukamoto, K. Suzuki, M. Nakazono, T. Kobayashi, Y. Wada, S. Watanabe, S. Matsuhashi, M. Takahashi, H. Nakamishi, S. Mori, and N.K. Nishizawa. 2006. Rice plants take up iron as an Fe³⁺-phytosiderophores and as Fe²⁺. *Plant J.* 45:335-346.

Ismunadji, M. 1990. Alleviating iron toxicity in lowland rice. *Indon. Agric. Res. Dev.* J. 12(4):67-72.

Ottow, J.C.G., K. Prade, W. Bertenbreiter, and V.A. Jacq. 1989. Strategies to alleiriate iron toxicity of wetland rice on acid sulfate soils. In Deturk, P. and F.P. Peruma (Eds.). *Rice Production on Acid Soil on the Tropics*. Proceeding of International Symposium. Institute of Fundamental Study. Kandy Srilanka, 26-30 June 1989. p. 205-211.

Robinson, N.J., C.M. Procter, E.L. Connoly, and M.L. Guerinot. 1999. A ferric-chelate reductase for iron uptake from soil. *Nature* 397:694-697.

Takehisa, H., T. Ueda, Y. Fukuta, M. Obara, T. Abe, M. Yano, T. Yamayo, T. Hameya, A. Higashitani, and T. Sato. 2006. Epistatic interaction of QTLs controlling leaf bronzing in rice (*Oryza sativa* L.) grown in saline paddy field. J. Breed. Sci. 56:287-293.

Vert, G., J.F. Briat, and C. Curie. 2001. Arabidopsis IRT2 gene encodes a root periphery iron transporter. Plant J. 26:181-189.

Wu, P., A. Luo, J. Zhu, J. Yang, N. Huang, and D. Senadhira. 1997. Molecular markers linked to genes underlying seedling tolerance for ferrous iron toxicity. J. Plant Soil 196:317-320.

Zheng, L. and M.C. Shanon. 2000. Effect of salinity stress on reproductive development in rice cv M202. Crop Sci. 40:996-1003.

Ida Hanarida S. dan Dwinita W. Utami

Padi (*Oryza sativa*) mempunyai keragaman genetik yang tinggi. Sebagian besar padi yang dikonsumsi sebagai bahan pangan utama penduduk dunia, termasuk Indonesia adalah padi beras putih. Variasi genetik pada padi beras putih cukup tinggi, mulai dari bentuk butir gabah, yaitu bentuk bulat/*bold* (Subspesies Japonica-Javanica) atau bentuk panjang-langsing/*slender* (Subspesies Indica), sampai dengan variasi dalam warna putihnya, warna putih transparan, yaitu beras putih biasa atau warna putih pekat, yaitu beras ketan. Keragaman genetik juga ditemukan pada plasma nutfah padi yang tidak berwarna putih. Terdapat banyak aksesori plasma nutfah padi dengan warna beras yang bermacam-macam, mulai dari merah putih, coklat-merah, kuning sampai hitam keunguan.

Warna beras yang bermacam-macam ini diatur secara genetik akibat perbedaan gen yang mengatur warna aleuron, warna endosperma, dan komposisi pati pada endosperma. Beras "biasa" yang berwarna putih agak transparan hanya memiliki sedikit aleuron, dan kandungan amilosa umumnya sekitar 20%. Beras ini mendominasi pasar beras.

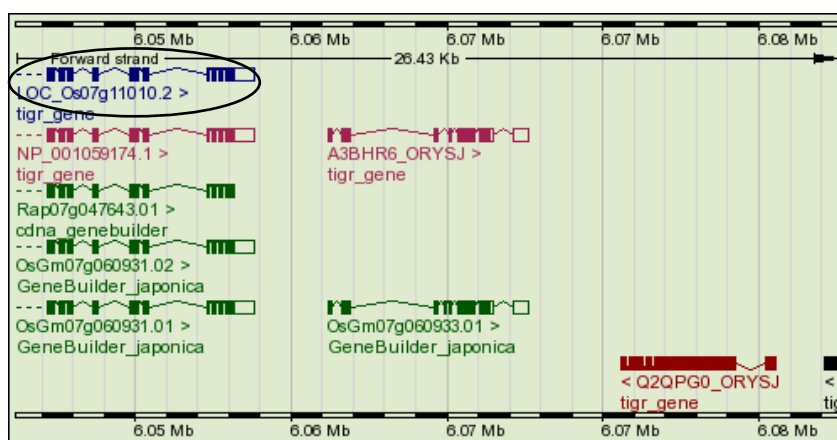
Beras merah, memiliki gen yang memproduksi antosianin pada aleuron yang merupakan sumber warna merah atau ungu. Beras hitam, disebabkan aleuron dan endosperma memproduksi antosianin dengan intensitas tinggi sehingga berwarna ungu pekat mendekati

Karakter Spesifik Plasma Nutfah Padi Beras "Warna"

hitam. Joseph *et al.* (1998) juga menyebutkan bahwa pada padi beras warna terdapat akumulasi senyawa flavonoid, karotenoid, dan betalain. Terdapatnya warna pada beras ini dapat berperan sebagai senyawa antioksidan yang kuat, juga mengandung serat terlarut yang tinggi dan sumber mineral Fe, vitamin B₁₂, dan asam folat yang terbukti dapat menekan pembentukan *atherosclerotic plaque* dan risiko penyempitan pembuluh darah (Ling *et al.* 2001). Namun demikian pada umumnya padi beras warna memiliki kedekatan *ancestors*/nenek moyang dengan spesies padi liar. Beberapa karakter spesies padi liar yang dimiliki beras warna, antara lain habitus tanaman yang bersifat serak, daun, dan biji yang berbulu, tanaman tinggi, biji mudah rontok dan memiliki dormansi, batang kecil dan mudah rebah (Cai dan

Morishima 2002). Karakter-karakter tersebut seringkali merupakan kendala dalam usaha budi daya padi beras warna.

Memahami karakter spesifik dari padi beras warna sangat diperlukan agar dapat mengambil segala potensi yang ada pada padi beras warna dengan mengeliminir karakter-karakter yang tidak diinginkan. Salah satu usaha untuk mendapatkan karakter spesifik yang dimiliki oleh padi beras warna adalah dengan menganalisis urutan basa nukleotidnya menggunakan marka molekuler yang terpaut dengan gen penentu sifat terdapatnya pigmen warna pada bagian *pericarp* dari biji padi. Sweeney *et al.* (2006) telah mengidentifikasi gen *rc-bHLH* yang merupakan faktor transkripsi untuk protein pigmen warna *prothocyanidin* yang terdapat pada biji padi. Gen *rc-bHLH* ini terdapat di kro-

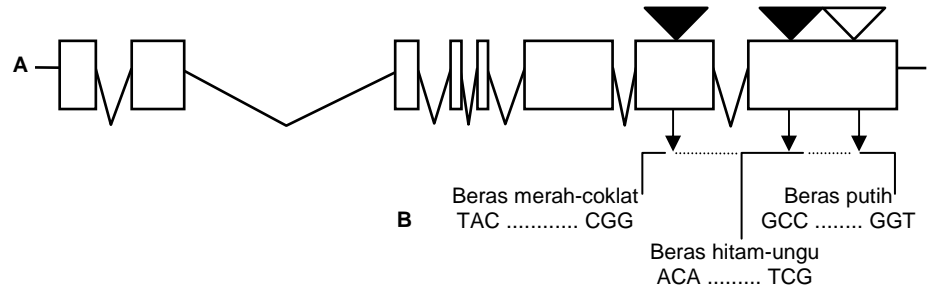


Gambar 1. Peta fisik dan struktur *transcript* dari klon LOC_Os7g11010.2 (bertanda lingkaran) terhadap beberapa klon lain pada posisi 6,05-6,08 Mb dari kromosom 7.

mosom 7 pada posisi 6,061,189-6,067,617 pb, pada klon AP005098 atau LOC_Os07g11010.2 (*TIGR transcript ID*). Peta fisik dan struktur *transcript* dari gen *rc-bHLH* ini tertera pada Gambar 1. Sekuen basa nukleotida lengkap dari gen ini juga telah dipublikasikan di *rice genome browser* (IRGSP 2005). Berdasarkan sekuen basa nukleotida lengkap tersebut maka dapat digunakan sebagai standar acuan dalam analisis *alignment* bagi sekuen basa nukleotida aksesori plasma nutfah padi warna yang kita miliki.

Berdasarkan hasil penelitian Sweeney *et al.* (2006) dan hasil analisis *alignment* perbandingan sekuen basa nukleotida klon LOC_Os07g11010.2 dengan sekuen basa nukleotida beberapa aksesori plasma nutfah padi putih dan padi warna yang kita miliki, maka diketahui adanya kesamaan dan perbedaan sekuen basa nukleotida (Gambar 2).

Hasil analisis *alignment* basa nukleotida sampel plasma nutfah padi beras warna merah (Aeksibundong) dan beras coklat (Kuntu Ameh) menunjukkan adanya kesamaan basa pada exon ke-7. Sampel plasma nutfah padi beras warna lain, yaitu Pulut Timuru yang berwarna hitam, memiliki kesamaan basa nukleotida pada exon ke-8. Sebagai kontrol, juga dilakukan analisis *alignment* basa nukleotida padi beras putih, IR64, dan hasilnya menunjukkan adanya kesamaan dengan basa nukleotida yang terdapat pada bagian ujung dari exon ke-8. Dengan diperolehnya sekuen basa nukleotida yang spesifik untuk beras warna merah, coklat, dan hitam maka dapat didisain primer penciri sifat beras warna. Primer-primer tersebut dapat digunakan sebagai marka molekuler untuk membantu seleksi dalam perakitan galur harapan padi beras warna.



Gambar 2. A = hasil penelitian Sweeney *et al.* (2006): Skematik struktur *transcript* klon LOC_Os07g11010.2. Exon dan intron digambarkan sebagai kotak dan garis. Segitiga hitam dan putih menunjukkan situs insersi dan delesi basa nukleotida yang aktif berperan dalam sintesis pigmen warna prothoantocyanidin. B = hasil analisis *alignment* basa nukleotida sampel plasma nutfah padi warna dan padi putih.

Tabel 1. Komposisi asam amino pada padi beras putih dan beras merah berdasarkan sekuen basa nukleotida.

Galur/varietas	Asam amino (mol%)			
	Ala	Cys	Gly	Thr
IR64 (padi beras putih)	0,00	41,12	44,16	14,72
Aeksibundong (padi beras merah)	31,58	17,97	19,69	30,76
Kuntuameh (padi beras coklat)	26,42	25,57	29,94	18,07
Pulut Timuru (padi beras hitam)	10,59	33,47	26,48	29,45

Analisis perbandingan selanjutnya juga dilakukan pada level asam amino dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa beras padi warna memiliki asam amino alanin yang tidak dimiliki oleh padi beras putih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam amino alanin (juga lisin, histidin, tirosin, phenilalanin, triptopan, sistein, dan prolin) di dalam tubuh dapat berperan menginaktifkan radikal bebas (Thomas 1999). Hal ini sejalan dengan yang telah disebutkan di depan bahwa pigmen warna pada beras dapat berperan sebagai senyawa antioksidan yang kuat. Di samping itu, beras warna juga mengandung serat terlarut, mineral Fe, vitamin B12, dan asam folat yang tinggi (Simmons dan William 1997, Ling *et al.* 2001). Dengan demikian beras warna memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik dibandingkan dengan beras putih. Namun demikian sifat unggul ini harus dipisahkan dari sifat-sifat agronomi yang tidak diinginkan lainnya. Untuk itu maka perlu dilakukan usaha pemuliaan secara

terpadu antara pemuliaan konvensional dengan pemuliaan berbasis marka molekuler (*marker assisted selection*) menggunakan marka spesifik untuk padi beras warna.

DAFTAR PUSTAKA

- Cai, W. and H. Morishima. 2002. QTL clusters reflect character associations in wild and cultivated rice. *Theor. Appl. Genet.* 104:1217-1228.
- Joseph, M., E. Grotewold, and R. Koes. 1998. How genes paint flowers and seeds. *Trends Plant Sci.* 3:212-217.
- Ling, W.H., Q.X. Cheng, J. Ma, and T. Wang. 2001. Red and black rice decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant status in rabbits. *J. Nutr.* 131:1421-1426.
- Simmons, D. and R. Williams. 1997. Dietary practices among Europeans and different South Asian groups in coventry. *Br. J. Nutr.* 78:5-14.
- Sweeney, T.M., M.J. Thomson, B.E. Pfeil, and S.M. Couch. 2006. Cought red-handed, *Rc* encodes a basic helix-loop-helix protein conditioning red pericarp in rice. *The Plant Cell* 18:283-294.
- Thomas, J. 1999. A. Oxidative stress and oxidant defense. Shils, M.E., J.A. Olson, M. Shihe, and A.C. Ross. (Eds.). *Modern Nutrition in Health and Disease* 9 th ed.: 751-760 Williams and Wilkins Baltimore, MD.

Dwinita W. Utami dan Ida Hanarida S.