

TEMU-ULANG (*RECOVERY*) DAN ADOPSI PLASMA NUTFAH LOKAL KOMODITAS PANGAN DAN HORTIKULTURA UNTUK DATARAN RENDAH PODSOLIK MERAH KUNING LAMPUNG (Kajian pada Padi, Jagung, Cabai, dan Kentang)

Dr. Syaiful Hikam, M.Sc

Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung. 35144.
Dewan Riset Daerah Provinsi Lampung-Komisi
Kedaulatan Pangan dan Inovasi
e-mail: s_hikam@yahoo.com

Ringkasan

Pemanfaatan plasma nutfah untuk komoditas pangan strategis seperti padi dan jagung begitu ekstensif sehingga tidak lagi mangkus untuk meningkatkan produksi. Hal ini terjadi karena persilangan genetik plasma nutfah hanya menghasilkan efek aditif. Akibatnya banyak varietas hibrida yang tersingkir dan menjadi varietas usang. Penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa varietas usang dapat bertahan *in situ* karena telah beradaptasi terhadap cekaman lingkungan dan ketahanan terhadap hama dan penyakit tanaman selain mempertahankan tingkat produktivitas yang memadai dan mempunyai rasa dan aroma yang disukai. Tulisan ini membahas tentang temu-ulang dan adopsi plasma nutfah lokal untuk beberapa komoditas pangan dan hortikultura dan pemanfaatannya untuk menghasilkan galur dan varietas baru yang unggul.

Kata kunci: plasma nutfah lokal, varietas hibrida, varietas usang, adaptasi *in situ*.

I. PENGERTIAN

1.1 Plasma Nutfah (*Germplasms*)

Plasma nutfah secara umum didefinisikan sebagai seluruh genotipe yang menyusun konstituen suatu spesies tanaman (Fehr, 1987). Plasma nutfah bersifat stabil karena memiliki susunan gen yang nyaris homozigot. Variasi fenotipe yang terjadi disebabkan oleh pengaruh lingkungan, tetapi di dalam lingkungannya plasma nutfah bersifat stabil. Galat yang muncul akibat pengaruh lingkungan (*off-type variants*) terseleksi alamiah baik secara biotik maupun abiotik, dan genotipe yang tersisa (*true-type variants*) memiliki fenotipe yang khas untuk lingkungan tertentu.

Di dalam pengembangan tanaman, plasma nutfah menjadi sumber genetik untuk kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan seperti: ketahanan HPT, kekeringan, dan salinitas walau menurunkan potensi produksi

1.2 Wahana Gen (*Gene Pools*)

Wahana gen adalah sumber gen yang tersedia pada suatu spesies tanaman tertentu. Sumber gen tersebut dimanfaatkan untuk pengembangan spesies tersebut. Wahana gen dapat berasal dari spesies yang sama atau yang berbeda (Fehr, 1987). Pengembangan tanaman melalui pemuliaan umumnya menggunakan wahana gen dari spesies yang sama. Contoh pemuliaan tanaman pangan yang menggunakan wahana gen:

- (1) Padi gogo Indonesia (*Oryza sativa*) X spesies kerabat padi dari Australia (*Oryza australia*) untuk meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan dan pH rendah padi gogo (Aswidinnoor, 1995). Plasma nutfah *O. australia* lebih merupakan gulma daripada padi tetapi sangat tahan kering dan pH rendah karena dikoleksi dari pinggiran gurun Australia Tengah. Diperlukan waktu bertahun-tahun untuk mengembalikan fenotipe padi gogo dari zuriat F1 yang dihasilkan.

- (2) Pengembangan PTB (Padi Tipe Baru) yang merupakan kros antara (*Oryza sativa* ssp. *indica* X *O. sativa* ssp. *japonica*) oleh Las dkk. (2003) yang telah melepas Cimelati (BP-10384-MR-1-8-3; dilepas 2001) maupun Gilirang (BP-50F-MR-30-5; aromatik dilepas 2002) dapat meningkatkan hasil 5 – 10 % dibandingkan dengan IR64 atau Ciherang.
- (3) Kros antara jagung manis (*Zea mays* ssp. *saccharata*) X jagung nirmanis (*Zea mays*) oleh Hikam dkk. (2008) untuk meningkatkan viabilitas benih, vigor tanaman, dan ukuran tongkol berdasarkan epistasis. Zuriat hibrid F1 yang dihasilkan kehilangan rasa manis dan biji kisut yang merupakan *true-type* jagung manis.

Pada (1) dan (3) pemuliaan tanaman dengan menggunakan wahana gen yang berbeda berisiko untuk menghasilkan zuriat hibrid F-1 yang *off type* sehingga memerlukan beberapa kali kros balik yang melelahkan dan mahal untuk mendapatkan kembali zuriat hibrid yang *true type*.

1.3 Temu-ulang (*Recovery*) Plasma Nutfah Lokal

Temu-ulang plasma nutfah bermakna untuk memanfaatkan kembali varietas-varietas usang karena ternyata memiliki keunggulan tertentu di dalam populasi suatu spesies. Rekombinasi piramida gen untuk ketahanan terhadap hama dan penyakit tanaman menyebabkan banyak gen unggul tersingkir. Rekombinasi piramida untuk ketahanan terhadap wereng sejak 1970 ternyata menyebabkan tanaman padi kembali ringkih terhadap serangan sundep pada tahun 1990an dan kepik hitam pada tahun 2010 yang lalu. Walaupun serangan sundep dan kepik hitam tersebut tidak berlanjut, pencarian untuk menemukan kembali plasma nutfah padi yang tahan perlu dilakukan.

Padi dan kedelai walau bukan spesies asli Indonesia tetapi telah dibawa ke Indonesia bersama dengan migrasinya budaya Dongson dari Asia Depan (Vietnam) pada zaman Batu Baru 3000 SM. Tetapi

fenotipe padi masa itu (mungkin) lebih menyerupai padi pra-Revolusi Hijau, antara lain: tajak tinggi, kebutuhan air sangat banyak, tidak tahan hama dan penyakit baru, umur panen lama, mudah rontok, produksi rendah, yang pada dasarnya sangat tidak disukai pada budidaya padi masa kini. Mengganti mereka dengan spesies padi Revolusi Hijau (padi seri IR) menyelamatkan dunia dari bencana kelaparan yang telah diramalkan oleh Malthus pada tahun 1800an. Tetapi inisiasi Revolusi Hijau telah 50 tahun berlalu. Tidakkah sekarang perlu dipertimbangkan untuk menemukan kembali VUTW-VUTW tahun 1960 – 1980 yang sekarang telah beralih-rupa menjadi plasma nutfah? Sinta, Pelita, IR5, IR8, IR12, IR18, IR36, Bengawan, Asahan, bahkan IR64pun telah berusia 22 tahun sejak pelepasannya yang pertama tahun 1991. Hikam dkk. (2011, 2012) melakukan pencarian plasma nutfah lokal padi di Tulang Bawang Barat dan Way Jepara berhasil memperoleh Ciliwung, Ciherang, IR64, Sarinah, Mutiara, PB Bogor, Kesit, Gendut, Tewe yang kemudian dipisahkan berdasarkan tiga fenotipe QTL (*quantitative trait loci*) untuk masing-masing dan menghasilkan 27 varian.

Jagung, cabai, kentang, kasava, tembakau, karet Hevea, kina Cinchona, kakao sebaliknya baru masuk ke Indonesia bersamaan dengan penjajahan Eropa di Asia. Seluruh spesies yang terdaftar tersebut beroriijin dari benua Amerika yang baru ditemukan oleh Columbus tahun 1492. Tetapi masih menunggu sampai tahun 1598 (akhir era kerajaan Majapahit) ketika pertama kali Cornelis de Houtman singgah di Jayakarta dalam pencarian jalan laut ke Maluku untuk berniaga rempah-rempah, barulah spesies-spesies tersebut masuk ke Indonesia. Solahudin dan Bur (1996) dari Universitas Halu Uleo mengadakan ekspedisi untuk mengumpulkan plasma nutfah jagung yang terserak di pulau-pulau kecil di perairan Indonesia bagian Timur dan berhasil mengoleksi tidak kurang dari 150 spesies jagung lokal. Koleksi ini bernilai plasma nutfah mengingat pulau-pulau kecil tersebut tidak tersentuh oleh

introduksi jagung hibrid baru sehingga tumbuh dan kembang sebagai jagung inbred yang teradaptasi erat dengan lingkungan lokal mereka.

Untuk tanaman cabai keriting, Hikam dan Timotiwu (2010a) mengumpulkan koleksi plasma nutfah cabai keriting dari Lampung, Padang, Bengkulu, Jakarta, Bogor, dan Bandung dan melakukan seleksi massa selama 4 generasi. Lini (harapan) Bandar Lampung yang dihasilkan diuji melawan beberapa varietas Balitsa: Lembang, Tanjung, Brebes, dan Blitar di lokasi Bandar Lampung dengan hasil yang sepadan antara lini Bandar Lampung *versus* varietas Balitsa. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa seleksi massa yang sederhana terhadap plasma nutfah lokal mampu meningkatkan keproduktifan mereka.

1.4 Adopsi Plasma Nutfah Eksotik

Di era pasca Revolusi Hijau, keproduktifan yang tinggi, ketahanan terhadap hama dan penyakit tanaman, dan ketahanan terhadap lingkungan marjinal menjadi suatu keharusan bagi tanaman budidaya. Dua hal yang terakhir yaitu ketahanan terhadap hama dan penyakit tanaman yang koeksis (pandemi) di lingkungan tumbuhnya merupakan keunggulan plasma nutfah lokal (*land races*). Isolasi lingkungan terhadap plasma nutfah lokal menyebabkan keunggulan genetik terawetkan dalam susunan nyaris homozigot (*near isolines*). Transfer gen dapat langsung dilakukan melalui penghibridan. Walau demikian, keproduktifan plasma nutfah lokal rendah yang menghambat pemanfaatan praktis mereka.

Plasma nutfah eksotik masuk ke Indonesia umumnya melalui perniagaan komoditas komersiel. Tanaman jagung merupakan contoh klasik adopsi plasma nutfah eksotik. Diintroduksi dalam bentuk hibrid F1 yang banyaknya takterhingga sejak 1975, hibrid-hibrid F1 yang tumbuh dan kembang terisolasi dipaksa untuk bergenerasi self. Atau pemulia yang memiliki sains dan keterampilan memaksa jagung hibrid F1 bergenerasi self sampai S6

– S9 dengan kehomozigotan menjadi sebesar 98.4 – 99.8 %. Seterusnya inbred ditumbuh-kembangkan secara self dan selalu diseleksi untuk keunggulan-keunggulan terpilih selama bergenerasi-generasi dan beralih-rupa menjadi plasma nutfah. Untuk kegiatan ini diperlukan biaya yang sangat besar. Tidak hanya biaya untuk regenerasi dan seleksi di lapangan, tetapi juga biaya untuk penyimpanan plasma nutfah dalam dalam banyak jenis dan kuantitasnya. Dari tahun 1995, Hikam hanya mampu merakit dan menyimpan plasma nutfah eksotik 14 untuk pengembangan jagung sintetik dan hibrid, dan 7 untuk pengembangan jagung manis (Hikam, 2004a dan 2004b).

Untuk kentang, walaupun telah diintroduksi di Indonesia sejak 1974 yang berasal dari lini kentang dataran rendah Irlandia (famili andigena), perluasan penanaman kentang di Indonesia selalu menggunakan lahan di dataran tinggi di Sumatera, Jawa, Bali, dan Sulawesi (Sunarjono, 1975). Tahun 2008 – 2010, Hikam dkk. mencoba untuk mengembangkan kentang yang mempunyai kesesuaian terhadap dataran rendah PMK melalui seleksi umbi mini dan kemampuan berbunga untuk membuat hibrid TPS (*true potato seeds*) (Hikam dan Timotiwu, 2010b). Dari lima kultivar yang diseleksi: Balitsa Merah, Tess Kuning, Tess Gelap, Kentucky, dan Australia Merah, seluruhnya mampu berbunga di dataran rendah PMK Bandar Lampung walau bunga gugur tanpa menghasilkan hibrid TPS. Dari kelima kultivar tersebut hanya Balitsa Merah, Tess Kuning, dan Tess Gelap yang mampu menghasilkan umbi mini untuk benih generasi selanjutnya. Kesulitan menyeleksi plasma nutfah kentang karena benih umbi yang tersedia selalu berubah setiap tahun (!)

Adopsi plasma nutfah eksotik (mungkin) tidak terlalu rumit pada spesies self alami seperti pada padi, cabai keriting, dan kentang dibandingkan dengan spesies kros alami seperti jagung. Pada spesies self alami pemulia langsung dapat mengoleksi *near isolines* dan melakukan tekanan seleksi yang diinginkannya melalui

penanaman di lapangan. Sebaliknya pada spesies kros alami, setiap kali penanaman di lapangan berisiko untuk kehilangan koleksi plasma nutfahnya karena polinasi terbuka.

II. KERINGKIHAN PENGEMBANGAN DAN KESTABILAN TANAMAN PANGAN

2.1 Penggerusan Wahana Gen

Sudah sejak periode 1980 – 1990 disadari bahwa pengembangan tanaman melalui penghibridan kehilangan kemangkusannya (*plateau impact*). Wahana gen dimanfaatkan begitu ekstensif sehingga setiap varietas komersial, siapapun pengembangnya, bersaudara satu dengan yang lain. Padi dan jagung merupakan contoh buruk untuk penggerusan wahana gen. *Mind set* pengembang adalah mengkros BaGuS X BaGuS → BAGUS dan berharap bahwa hibrid F1 BAGUS akan lebih bagus daripada kedua tetuanya karena kerja gen over-dominan yang menghasilkan *high-parent heterosis* (Fehr, 1987). Dalam periode 30 tahun, *high-parent heterosis* gagal dimunculkan karena kerja gen beralih ke dominan penuh atau malah aditif sehingga hibridisasi terbaik hanya menghasilkan *midparent heterosis*.

Peningkatan produksi kemudian beralih kepada perbaikan lingkungan tanam seperti: SRI pada padi sawah; penggunaan bahan organik, kompos, dan mikro organisme lokal (MOL); peningkatan indeks tanam melalui modifikasi jarak tanam.

Peningkatan produksi melalui rekombinasi genetik beralih dari seleksi langsung ke seleksi tidak langsung melalui pemanfaatan karakter fisiologis QTL seperti: sudut anakan, *leaf area index*, umur panen, karakter tongkol; maupun ketahanan terhadap hama dan penyakit tanaman dan lingkungan marjinal.

2.2 Pemerayaan Wahana Gen

Pemerayaan wahana gen masih merupakan sesuatu yang *illusive*. Keberhasilan Pioneer Hi-Bred International, USA di dalam memperkaya sumber plasma nutfah dari hanya lini Stiff-Stalk Synthetics, Reid's Iodent, Indiana Reid, Long Ear, Minnesota 1949 dan beberapa lagi lainnya pada periode 1920 – 1970 (Hallauer dan Miranda, 1981) menjadi ribuan lini *Yellow Males* dan *Yellow Females* yang dipakai oleh perusahaan Pioneer untuk pengembangan jagung hibrid F1 mereka patut diteladani. Sedangkan untuk jagung manis, Pioneer memanfaatkan gen *sugary*, *shrunk*, dan *sugary extender* yang diintroduksi ke dalam lini jagung nirmanis sehingga menghasilkan ribuan varian jagung manis.

Plasma nutfah lokal sebaliknya berada pada jumlah tetap walau belum semua ditemukan. Identifikasi plasma nutfah lokal berdasarkan segregasi transgresif dan fenotipe QTL masih sangat besar peluangnya (Rieseberg dkk., 2003; ricediversity.org, 2010). Dengan berpedoman kepada Rieseberg dkk. (2003), dikatakan bahwa telah terdaftar 52 QTL untuk tanaman padi yang pada periode tahun 2000 setiap fenotipe QTL dibuktikan keberadaan gen pengendalinya menggunakan metode PCR dan SSR oleh peneliti bioteknologi di seluruh negara.

2.3 Peningkatan Produksi Pangan dan Hortikultura dengan Memanfaatkan Koleksi Plasma Nutfah Lokal. Mungkinkah?

Kendala penggunaan plasma nutfah lokal untuk peningkatan keproduktifan zuriat mereka terutama karena plasma nutfah itu sendiri puluhan tahun yang lalu tersingkir oleh lini atau varietas unggul yang lebih baru. Dengan demikian metode kros sederhana seperti kros tunggal atau kros ganda dengan menggunakan satu atau dua plasma nutfah lokal sebagai lini tetua donor gen memerlukan beberapa kali kros balik untuk mengembalikan keunggulan keproduktifan tetua komersial sebagai reseptor gen.

Hal ini tidak terlalu menyenangkan pada tanaman yang berbunga (sangat) kecil seperti padi atau kedelai.

Pusat penelitian padi IRRI, Filipina, menggunakan 10 lini padi QTL untuk rekombinasi kros jamak. Yang menarik perhatian salah satu tetua QTLnya adalah padi Pelita yang (mungkin) sudah tidak ada lagi di Indonesia sejak tahun 1970an. (Sebagai catatan pinggir: di tahun 1977, Hikam masih berjumpa dengan petani padi di aliran Way Jepara yang memanfaatkan varietas Pelita untuk budidaya padi di tengah sungai (*deep water rice variety*). Dalam budidayanya, petani menambat padi Pelita di lembaran geribik bambu. Ternyata padi Pelita mampu menumbuhkan akar yang sangat panjang sehingga mencapai lumpur di dasar Way Jepara!). Dengan merekombinasi 10 fenotipe QTL ke dalam populasi zuriat hibrid, IRRI jelas berharap untuk dapat memecahkan tembok *plateau* sejak dirilisnya IR64 pada tahun 1991. Penelitian menggunakan lini QTL pada padi masih berjalan sampai tahun 2011. Yang telah berhasil dilakukan IRRI adalah menyeleksi lini padi QTL untuk ketahanan terhadap kekeringan. Lini padi QTL ini telah dicoba juga di India (Agustiansyah, 2011).

Hikam dkk. (2011, 2012) mengamati ketahanan kekeringan yang sama terhadap 27 lini padi QTL mereka. Pada musim kemarau 2012, lini padi QTL ditanam gogo untuk menghindari kerusakan akar akibat rengkahnya tanah sawah yang kekeringan. Hasil penggogoan padi sawah ini cukup memuaskan.

Pendapat lain yang patut dikemukakan di dalam makalah ini adalah dari Bayer Crop Science yang menyatakan bahwa mereka akan menggunakan lini tersegregasi transgresif non-GMO untuk mengembangkan gandum yang tahan cuaca panas dan kekurangan air untuk mengatasi pemanasan global akhir-akhir ini (Reuter USA, 2011).

III. STRATEGI PENGAMANAN DAN PENGGUNAAN PLASMA NUTFAH UNTUK PENGEMBANGAN KOMODITAS KOMERSIEL

Plasma nutfah lokal maupun eksotik yang berada di wilayah Indonesia merupakan kekayaan sumber daya alam milik negara seperti dinyatakan di dalam UUD 1945 dan UU No. 2/2002 tentang Sistim Budidaya Tanaman. Perorangan dapat memanfaatkan kekayaan plasma nutfah ini untuk pengembangan komoditas komersiel yang menjadi HKInya, tetapi plasma nutfah tidak dapat diHKI oleh perorangan atau badan pendidikan/penelitian/usaha. Negara sebagai pemilik tunggal dapat memobilisasi koleksi plasma nutfah yang berada di tangan perorangan atau badan dalam keadaan rawan pangan.

Kelemahan yang jelas selama ini adalah belum ada kodifikasi plasma nutfah, baik yang sudah ditemukan tetapi belum dimanfaatkan, maupun yang sudah dimanfaatkan. Kementerian Pertanian secara berkala mengeluarkan daftar Deskripsi Tanaman yang dilepas berdasarkan SK Mentan, tetapi belum ada penelitian yang didisain dan dilakukan untuk memperkaya koleksi plasma nutfah. Di USA, penelitian yang menghasilkan plasma nutfah dilaporkan pada edisi terakhir jurnal ilmiah seperti *Journal of Crop Sciences* edisi bulan November-Desember di setiap tahun. Plasma nutfah ini menjadi milik peneliti dan universitas atau lembaga pemerintah yang menaunginya dan tidak dipatenkan. Peneliti lain yang berkehendak menggunakan plasma nutfah tersebut dapat membeli atau bertukaran dalam jumlah yang sangat kecil; untuk jagung hanya 40 butir. Tetapi karena plasma nutfah ini merupakan lini *near homozygous* atau *near isoline*, peneliti lain tersebut dapat meregenerasi self sekaligus memperbanyaknya tanpa mengalami deviasi genetik yang signifikan. Peneliti lain kemudian dapat menggunakan plasma nutfah untuk pengembangan penelitiannya dan/atau merakit komoditas komersiel tanpa harus meminta ijin tertulis yang berisiko pembagian *royalty*. Hal ini bisa terjadi karena

komoditas komersiel yang dikembangkan oleh universitas lebih ditujukan untuk stabilitas dan ketahanan produksi pertanian daripada untuk mencari keuntungan yang sebesar-besarnya. Tentu saja pertukaran plasma nutfah seperti ini tidak terjadi dengan badan usaha komersiel milik swasta.

Pendaftaran plasma nutfah dan mengumumkannya secara terbuka melalui media ilmiah menyebabkan penyebarannya yang meluas, dan perlindungan terhadap keabadiannya karena berada di tangan banyak orang dan banyak lokasi. Pengujian kestabilan plasma nutfah pada lingkungan tumbuh yang sangat luas (*agroecological zone*) dan bervariasi tinggi terlaksana dengan biaya yang murah dan tidak ditanggung oleh penemu/pembuatnya. Selanjutnya plasma nutfah yang dibuat di satu lokasi dan teruji baik di lokasi lain yang berbeda lingkungannya akan diintroduksi ke dalam alir pengembangan kultivar di lokasi lain dengan menggunakan lini tetua reseptor yang berbeda sehingga basis tetua reseptor menjadi sangat luas untuk menjamin munculnya *high-parent heterosis*.

IV. REKOMENDASI

- (1) Melakukan pendaftaran plasma nutfah dan membangun sistem penyimpanan mereka. Pendaftaran plasma nutfah sebenarnya pernah dilakukan oleh LIPI sampai dengan tahun 1997 walau untuk penyimpanannya tetap dipercayakan kepada peneliti.
- (2) Melakukan diseminasi informasi tentang kekayaan plasma nutfah di dalam suatu publikasi berkala dan diseminasi *in kind* melalui pertukaran atau pembelian.
- (3) Membuat jejaring antarpemilik/lembaga. Butir (2) dan (3) ini akan berdampak terhadap plasma nutfah yang alaminya lokal menjadi lebih luas penyebarannya, setidaknya-tidaknya pada *agroecological zone* yang sama.

PUSTAKA ACUAN

- Agustiansyah Nur. 2011. Report on Overseas Nondegree Training at the IRRI, the Philippines. I-MHERE Project Unila-World Bank.
- Aswidinnoor, H. 1995. Perakitan Padi Gogo Tahan Kekeringan dan pH Asam. Laporan Penelitian Hibah Bersaing T.A. 1994/1995. Direktorat P4M, Ditjendikti. Jakarta.
- Fehr, W.R. 1987. *Principles of Cultivar Development. Volume 1. Theory and Technique*. Iowa State Univ. Press. Ames. Iowa. USA.
- Hallauer, A.R., and J.B. Miranda Fo. 1981. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State Univ. Press. Ames. Iowa. USA.
- Hikam, S. 2004a. Pemuliaan Jagung Unggul Seri Lampung Tipe Sintetik Srikandi (LA-Gasal) dan Hibrid-F1 (LA-Genap). Monograf penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hikam, S. 2004b. Program Pengembangan Jagung Manis Lampung Super Sweet (LASS) dan Lamung Golden Bantam (LAGB). Monograf penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hikam, S., P.B. Timotiwi, dan H. Hamim. 2008. Improving seed viability and vigor through seed-shape segregation and calcium application in sweet maize (*The 10th Asia Regional Maize Workshop Proceeding*. CIMMYT – ICERI . Makassar, 20–23 October 2008. Electronic.)
- Hikam, S., and P.B. Timotiwi. 2010a. Improvement of Cayenne Chili-pepper of Landrace Germplasms through Selection for a Reduction of Abortive Flowers. In *the Proceeding of International Seminar on Horticulture Sciences for Food Security*.

University of Lampung, University of Kentucky, and Government of Lampung Province. Bandar Lampung.

Hikam, S., dan P.B. Timotiwi. 2010b. Seleksi varietas kentang untuk kemampuan berbunga dan pembentukan umbi *tuberlet* di dataran rendah untuk produksi benih biji botani (*true potato seeds*). Laporan Penelitian Hibah Strategis Universitas Lampung T.A. 2009. Bandar Lampung.

Hikam, S., P.B. Timotiwi, dan D. Sudrajat. 2011, 2012. Pemanfaatan Galur Murni Tersegregasi Transgresif di Dalam Perakitan Padi Non-Hibrida dan Hibrida yang Tahan Tanah Asam Podsolik Merah Kuning. Laporan Penelitian Hibah Bersaing T.A. 2011 dan 2012. Direktorat P4M, Ditjendikti. Jakarta.

Las, I., B. Abdullah, dan A. A. Daradjat. 2003. Padi tipe baru dan padi hibrida mendukung ketahanan pangan. Tabloid Sinar Tani. 30 Juli 2003.

ricediversity.org. 2010. Utilizing Genetic Diversity. www.ricediversity.org.

Reuter USA. 2011. Bayer Crop Science targets non-GMO wheat traits. Reuter USA. Electronic publ.

Rieseberg, L.H., A. Widmer, A. M. Arntz, and J. M. Burke. 2003. The genetic architecture necessary for transgressive segregation is common in both natural and domesticated populations. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* DOI 10.1098/rstb.2003.1283.

Solahudin, S., dan D. Bur. 1996. Laporan Penelitian Hibah Bersaing T.A. 1995/ 1996. Direktorat P4M Ditjendikti. Jakarta.

Sunarjono, H. 1975. *Budidaya Kentang (Solanum tuberosum L.)*. Penerbit PT Soeroengan. Jakarta.