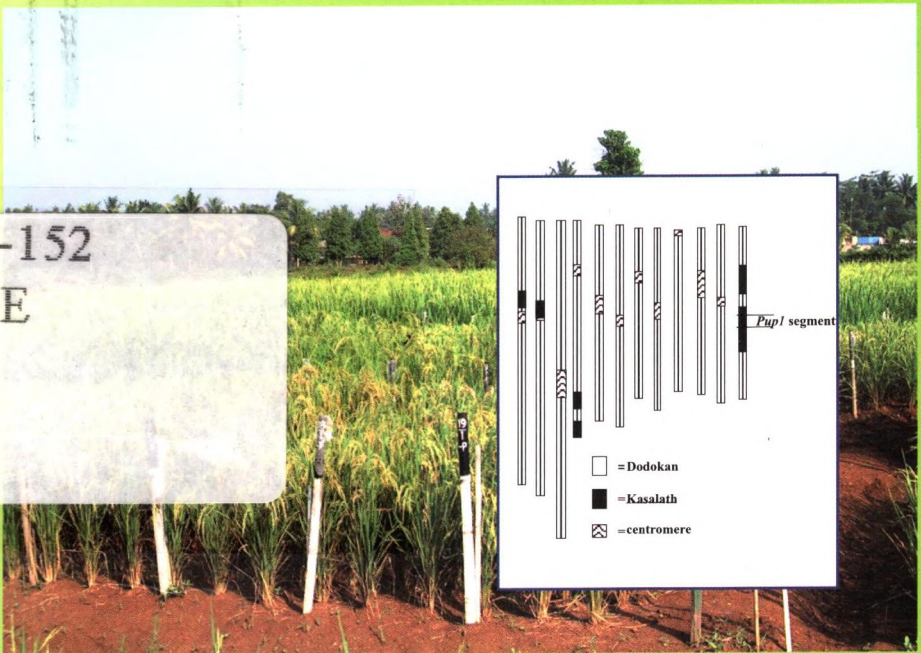


DUKUNGAN PEMULIAAN MOLEKULER DAN SUMBER DAYA GENETIK DALAM MENINGKATKAN PRODUKSI PADI

3.18-152

MOE

d



**Oleh:
Dr. Ir. Sugiono Moeljopawiro, M.Sc.**

**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian
Bogor, 5 April 2012**

633018-152
1205
d

33



Kementerian
Pertanian

**Orasi Pengukuhan Profesor Riset
Bidang Bioteknologi Pertanian**



LIPI

DUKUNGAN PEMULIAAN MOLEKULER DAN SUMBER DAYA GENETIK DALAM MENINGKATKAN PRODUKSI PADI

Oleh:

Dr. Ir. Sugiono Moeljopawiro, M.Sc.

**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian
Bogor, 5 April 2012**

© Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
2012

ISBN 978-602-9462-11-1

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Dukungan Pemuliaan Molekuler dan Sumber Daya Genetik dalam
Meningkatkan Produksi Padi/Moeljopawiro, S.

ii+53 hal; 14,5 x 20,2 cm

ISBN 978-602-9462-11-1

1. Pemuliaan molekuler
2. Padi
3. Sumber daya genetik
4. Ketahanan pangan

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jln. Ragunan 29 Pasarminggu, Jakarta Selatan
Telp. : 021-7806202
Faks. : 021-7800644
E-mail : kabadan@litbang.deptan.go.id

633.18-152

MOE
2

RINGKASAN RIWAYAT HIDUP



Sugiono Moeljopawiro dilahirkan di Yogyakarta pada 25 Nopember 1947, putra kelima dari 12 bersaudara, dari Ibu Sumirah (almh) dan Ayah Moeljopawiro (alm). Menikah pada tahun 1976 dengan Asseta Sugiono, putri dari Ibu Siti Fatmah (almh) dan Ayah M.B. Suhatma (alm), dikarunia sepasang putra putri, Aditya Anggoro Adhie dan Shanti Resmi Anggari.

Pendidikan dasar di SR Netral Yogyakarta, lulus tahun 1960, kemudian dilanjutkan ke SMP Negeri 2 Yogyakarta, lulus tahun 1963, SMA Negeri 3 Yogyakarta bagian PAL (Pengetahuan Alam), lulus tahun 1966, dan setelah itu melanjutkan pendidikan ke Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada pada Jurusan Pemuliaan Tanaman dan lulus pada tahun 1973.

Pada tahun 1973 diterima bekerja di Bagian Teknologi Benih Lembaga Penelitian Hortikultura Cabang Lembang di bawah bimbingan Mr. G. Boss, dan pada tahun yang sama pindah ke Lembaga Pusat Penelitian Pertanian Cabang Sukamandi pada bagian Pemuliaan Jagung di bawah bimbingan Dr. John M. Green dan Dr. Subandi. Pada tahun 1975 diangkat sebagai calon pegawai negeri pada LP3 Cabang Sukamandi. Pada Juli 1977 mendapat kesempatan untuk melanjutkan pendidikan S2 di UPLB. Pada tahun 1981, mendapat kesempatan untuk melanjutkan pendidikan S3 di University of Arkansas, USA. Pada Tahun 1990 dimutasikan dari Sukamandi ke Bogor untuk mengetuai Kelompok Peneliti Bioteknologi pada Puslitbang Tanaman Pangan. Pada tahun 1993-1995 diberi kesempatan oleh Rockefeller Foundation mengikuti program Post Doct di bidang molecular breeding di Cornell University.

Pada tahun 1990 hingga sekarang banyak terlibat dalam kegiatan keamanan hayati produk rekayasa genetik. Pada tahun 1996 dengan bantuan dana dari International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications menginisiasi penyusunan Pedoman Keamanan Hayati Produk Bioteknologi Pertanian, yang menjadi dasar Keputusan Menteri Pertanian tahun 1997 yang direvisi pada tahun 1999 dengan SKB Menteri Pertanian, Menteri Kehutanan dan Menteri Pangan dan Hortikultura tentang keamanan hayati dan keamanan pangan produk rekayasa genetik. Selain itu juga terlibat aktif dalam penyusunan peraturan perundangan pada tingkat nasional maupun internasional. Menjadi *Vice Chair* dari Biro Governing Body ITPGRFA dalam periode 2006-2009 mewakili Asia.

Pada tahun 1995-1999 dipercaya sebagai Ketua Kelti Biologi Molekuler pada Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Pada tahun 1999-2002 menjabat sebagai Kepala Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, tahun 2002-2005 dipercaya sebagai Kepala Pusat Perlindungan Varietas Tanaman, Departemen Pertanian. Pada tahun 2005 hingga sekarang sebagai pemulia dan peneliti senior pada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian.

PRAKATA PENGUKUHAN

Assalamu 'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,

Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua,

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya muliakan,

Marilah kita panjatkan puji syukur ke Hadirat Illahi Robbi yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah kepada kita sekalian, dan hanya atas izin-Nya jugalah pada hari ini kita semua dapat berkumpul dalam acara pengukuhan saya sebagai Profesor Riset dalam bidang kepakaran bioteknologi, yang didasari oleh ilmu pemuliaan tanaman pada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, perkenalkanlah saya menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

DUKUNGAN PEMULIAAN MOLEKULER DAN SUMBER DAYA GENETIK DALAM MENINGKATKAN PRODUKSI PADI

Isi orasi ilmiah ini terdiri atas tujuh bab, yakni:

- I. Pendahuluan
- II. Pondasi dan Perkembangan Pemuliaan dan Pengelolaan Sumber daya Genetik Tanaman
- III. Perkembangan Pemuliaan dan Dukungan Bioteknologi dalam Peningkatan Produksi Padi
- IV. Perspektif Pengelolaan Sumber Daya Genetik dan Bioteknologi Mendukung Peningkatan Produksi Padi
- V. Sasaran, Arah, dan Strategi Pengembangan
- VI. Kesimpulan dan Implikasi Kebijakan
- VII. Penutup

I. PENDAHULUAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya muliakan,

Pemuliaan tanaman merupakan kegiatan menghasilkan varietas baru untuk memenuhi kebutuhan manusia. Cara yang digunakan mulai dari yang paling sederhana yaitu seleksi sampai pemanfaatan teknologi modern seperti bioteknologi.

Pemuliaan tanaman padi di Indonesia yang diawali dengan seleksi populasi varietas lokal, atau yang sudah diikuti dengan persilangan hanya mampu menghasilkan varietas dengan produktivitas tidak lebih dari 2 t/ha. Melalui kegiatan pra-pemuliaan, yaitu mengidentifikasi dan memasukkan karakter yang diinginkan ke dalam materi pemuliaan yang sudah baik tapi kekurangan satu atau dua karakter, akhirnya dihasilkan varietas PB5 yang mampu berproduksi sampai 6 t/ha.

Namun, kemampuan peningkatan produksi padi yang merupakan pangan utama di Indonesia belum sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Dalam periode 2000-2010, walaupun produksi padi meningkat dari 49,4 juta ton pada tahun 2000 menjadi 58,4 juta ton pada tahun 2010, belum cukup untuk memenuhi kebutuhan yang juga terus meningkat, dari 52,1 juta ton gabah kering giling (GKG) pada tahun 2000 menjadi 58,8 juta ton GKG pada tahun 2010. Kekurangan produksi terpaksa dipenuhi melalui impor.¹

Upaya peningkatan produksi padi dewasa ini dihadapkan kepada berbagai tantangan yang semakin berat. Perubahan iklim, kini sudah terjadi di berbagai belahan dunia. Kekeringan, banjir, dan badai topan yang telah merusak areal pertanian adalah bukti nyata dari dampak perubahan iklim. Pada akhir tahun 2009, forum internasional di Copenhagen telah membahas dampak perubahan iklim, tetapi tidak menyinggung peran sumber daya genetik dalam memenuhi kebutuhan

pangan masyarakat dunia terkait dengan perubahan iklim. Pada hal sumber daya genetik adalah bagian penting dari kekayaan alam yang dapat dimanfaatkan dalam merakit varietas yang toleran terhadap perubahan iklim.

Setelah teknologi revolusi hijau diterapkan pada akhir tahun 60-an, yang diketahui mampu mendongkrak produktivitas padi, dari semula hanya sekitar 2 t/ha menjadi 6 t/ha, belum ada lagi teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas padi secara nyata. Untuk itu diperlukan teknologi yang mampu mengidentifikasi gen-gen yang dapat digunakan untuk merakit varietas unggul berdaya hasil tinggi dan stabil.

Mengacu pada telaahan dan pemikiran tersebut, orasi ilmiah ini memaparkan informasi, temuan, dan pemikiran yang diperlukan dalam pengembangan pemuliaan dan pelestarian dan pemanfaatan sumber daya genetik tanaman padi ke depan dalam upaya peningkatan produksi secara berkelanjutan.

II. PONDASI DAN PERKEMBANGAN PEMULIAAN DAN PENGELOLAAN SUMBER DAYA GENETIK TANAMAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya muliakan

Pemuliaan tanaman adalah rangkaian penelitian atau kegiatan penemuan dan pengembangan suatu varietas, sesuai dengan metode baku dalam menghasilkan varietas baru dan mempertahankan kemurnian benih varietas yang dihasilkan.

Pemuliaan secara sederhana telah dilakukan petani sejak beberapa abad yang lalu, setelah mereka beralih dari sistem pertanian

subsisten atau ladang berpindah ke budi daya menetap, terutama dalam mengembangkan varietas yang cocok untuk memenuhi kebutuhannya melalui seleksi yang didasarkan atas “seni” dan pengalaman. Sejalan dengan perkembangan dan kemajuan ilmu genetika, pemuliaan layak disebut sebagai ilmu pengetahuan, dan didefinisikan sebagai seni dan ilmu pengetahuan untuk mengubah tanaman secara genetika.² Sumber daya genetik yang dimanfaatkan berasal dari hasil eksplorasi di wilayah Indonesia maupun introduksi dari negara lain atau IRRI (International Rice Research Institute). Pelestarian sumber daya genetik tersebut tidak menggunakan fasilitas penyimpanan benih yang memadai.

2.1. Dasar dan Perkembangan Pemuliaan Konvensional

Pemuliaan padi secara tradisional telah terjadi melalui proses percobaan lekat lahan, seleksi, dan adaptasi varietas lokal untuk mendapatkan tanaman yang akan dijadikan sumber benih pada pertanaman musim berikutnya. Cara seperti ini terus berlangsung sampai ditemukannya hukum pewarisan.³ Selanjutnya berkembang kegiatan pemuliaan dengan tujuan yang jelas melalui penyilangan varietas yang masing-masing memiliki karakter yang dikehendaki, dan diseleksi sampai diperoleh varietas unggul yang stabil. Proses penelitian tersebut terutama dilakukan di lembaga penelitian pemerintah atau perguruan tinggi, yang didukung oleh lembaga penelitian internasional.

Penelitian galur murni buncis (*Phaseolus vulgaris*) pada tahun 1903 telah melahirkan istilah fenotipe dan genotipe.⁴ Secara matematika dapat dinyatakan bahwa *phenotype* (fenotipe) merupakan manifestasi dari *genotype* (genotipe) dan *environment* (lingkungan, alami atau buatan). Dengan demikian diperlukan kuantifikasi pewarisan dan lingkungan dalam menentukan penampilan karakter tanaman.⁵ Hal ini memerlukan pemahaman yang jelas dari pengaruh lingkungan dan gen terhadap variabilitas. Atas dasar itu, pewarisan (heritabilitas) dinyatakan

sebagai bagian dari variabilitas yang diakibatkan oleh genetik, atau perbandingan dari keragaman genetik terhadap keragaman total (keragaman genetik + keragaman lingkungan).

Berbeda dengan karakter kualitatif yang umumnya diatur oleh gen mayor atau gen tunggal, pewarisan karakter kuantitatif yang diatur oleh banyak gen juga mengikuti hukum Mendel. Hal ini memperjelas bahwa keragaman fenotipe timbul akibat adanya pengaruh bersama genotipe dan lingkungan.^{6,7} Atas dasar itu penampilan fenotipe suatu karakter merupakan penjumlahan rata-rata populasi dari pengaruh genotipe, lingkungan, dan interaksi antara genotipe dan lingkungan.

Atas dasar interaksi genotipe x lingkungan disusun parameter stabilitas hasil varietas menggunakan indeks lingkungan berupa koefisien regresi dari rata-rata hasil suatu varietas di setiap lokasi.⁸ Apabila suatu varietas memiliki koefisien regresi 1, berarti varietas tersebut memiliki daya adaptasi yang luas, apabila >1 memiliki adaptasi khusus terhadap lingkungan yang sesuai (subur), sedangkan <1 mampu beradaptasi terhadap lingkungan yang tidak sesuai (bermasalah).

2.2. Perkembangan dan Pemanfaatan Bioteknologi dalam Pemuliaan

Pemulia pada umumnya lebih suka menggunakan varietas yang sudah ada dalam pemuliaan karena mudah disilangkan. Tetapi perkembangan hama dan penyakit mendorong pemulia menggunakan varietas lokal atau kerabat liar yang selain membawa karakter yang diinginkan, karakter tersebut terpaut dengan karakter yang tidak diinginkan, sehingga tidak mudah dimasukkan ke dalam varietas unggul. Masalah tersebut dapat diatasi dengan bioteknologi, yang merupakan alat dalam memperluas cakupan karakter yang diinginkan yang dapat dimasukkan ke dalam varietas baru. Penggunaan teknik bioteknologi,

seperti marka molekuler, memudahkan penggabungan karakter dari varietas lokal dan kerabat liar ke dalam varietas unggul baru.

Pemuliaan molekuler dikembangkan pada tahun 80an sejalan dengan evolusi teknologi marka DNA. Penemuan struktur *deoxyribonucleic acid* (DNA)⁹ mendasari pengembangan marka DNA. Pemanfaatan marka molekuler terkait dengan peta keterpautan dan genomik untuk memilih tanaman dengan karakter yang diinginkan berdasarkan evaluasi genetik, sehingga menjadikan pemuliaan tanaman lebih akurat, cepat, dan lebih menguntungkan dibandingkan dengan seleksi fenotipe.

Marka molekuler adalah fragmen DNA tertentu yang dapat diidentifikasi dalam genom dan digunakan untuk menandai posisi suatu gen tertentu atau pewarisan dari karakter tertentu. Dalam suatu persilangan, karakter yang diinginkan biasanya terpaut dengan marka molekuler. Dengan demikian dapat dipilih individu-individu yang memiliki marka molekuler karena menunjukkan karakter yang diinginkan.

Pada mulanya marka yang banyak digunakan adalah isoenzim atau isozim, yaitu marka protein.^{10,11,12,13} Teknik ini didasarkan atas keragaman alel dari berbagai protein yang berbeda. Tetapi karena berbagai kekurangannya, isoenzim atau isozim telah digantikan dengan marka molekuler *Randomly Amplified Polymorphic Deoxy ribose Nucleic Acid* (RAPD)^{14,15,16,17} dan *Restriction Fragment Length Polymorphism* (RFLP).¹⁸

Sekarang marka DNA yang banyak digunakan adalah *Amplified Fragment Length Polymorphism* (AFLP),¹⁹ *microsatellites* (SSRs)²⁰ dan *Expressed Sequence Tags* (ESTs). Marka tersebut masing-masing memiliki keunggulan dan keterbatasan. Marka terakhir yang dikembangkan adalah *single nucleotide polymorphisms* atau

SNPs²¹ (diucapkan “snips”), yaitu marka yang banyak digunakan untuk sidik jari sumber daya genetik, silang balik berbantuan marka (marker-assisted backcrossing/MAB), dan pemuliaan. Teknologi marka DNA merupakan alat baru untuk pemetaan genetik, silang balik berbantuan marka, dan perlindungan sumber daya genetik tanaman.

Hasil studi *ex ante* yang dilakukan di Indonesia²² menunjukkan bahwa pemuliaan berbantuan marka pada pemuliaan padi dapat menghemat waktu 3-6 tahun, dan memberikan keuntungan sebesar \$ 194 juta atau \$ 282 juta untuk karakter toleransi terhadap salinitas atau toleransi terhadap kekurangan P, dibandingkan dengan pemuliaan yang mengandalkan seleksi fenotipe.

SSR pada tanaman padi dapat digunakan untuk mengidentifikasi atau membedakan varietas.^{23,24} Hal ini sangat penting artinya dalam melindungi varietas tanaman agar hasil invensi pemulia tidak dimanfaatkan oleh orang yang tidak bertanggung jawab untuk kepentingan komersial tanpa menghargai jerih payah pemiliknya.

2.3. Pelestarian dan Pemanfaatan Sumber Daya Genetik

Asia merupakan pusat asal tanaman padi dan Indonesia memiliki sub-spesies *Javanica* atau dikenal sebagai *tropical Japonica*. Meskipun demikian spesies tanaman padi tersebar dan juga dibudidayakan di berbagai negara di kelima benua, termasuk Amerika Serikat, Amerika Latin, Italia, Afrika, dan Australia. Oleh sebab itu, sumber daya genetik padi selain tersimpan di IRRI juga dimiliki oleh berbagai negara di dunia.

Pada saat ini sumber daya genetik padi, dimana Indonesia sebagai negara asalnya, yang disimpan di bank gen IRRI berjumlah 9.041 aksesi. Aksesi tersebut sewaktu-waktu dapat diminta apabila Indonesia

telah memiliki fasilitas penyimpanan jangka panjang, yang sampai saat ini belum terealisasi.

Sejak adanya kegiatan pemuliaan padi di Indonesia, sumber daya genetik tanaman padi dipelihara oleh pemulia/lembaga penyelenggara pemuliaan dengan fasilitas penyimpanan seadanya, menggunakan AC sebagai pendingin ruang penyimpanan benih. Fasilitas yang tidak dirancang untuk menyimpan benih membuat temperatur dan kelembaban ruangan sangat berfluktuasi, tidak sesuai dengan keperluan penyimpanan jangka panjang. Akibatnya, jumlah aksesi padi yang pada tahun 1970an sudah mencapai lebih dari 12.000 sekarang hanya tinggal sekitar 5.000. Hal ini memerlukan perhatian yang lebih serius dari semua pihak.

Sumber daya genetik yang dimanfaatkan dalam pemuliaan tanaman dapat dipilah menjadi tiga kelompok, yaitu varietas yang dilindungi, varietas yang dihasilkan oleh pemulia tetapi tidak dilindungi, dan varietas lokal dan kerabat liar varietas yang telah dibudidayakan.

Sumber daya genetik sebagai bahan dasar pemuliaan untuk menghasilkan varietas baru merupakan kekayaan dan aset yang bernilai tinggi. Oleh sebab itu, sumber daya genetik harus dilestarikan dan dimanfaatkan (melalui kegiatan eksplorasi, karakterisasi dan evaluasi) secara berkelanjutan, dan dilindungi agar tidak dimanfaatkan oleh pihak lain secara ilegal.

Sebelum adanya konvensi keanekaragaman hayati, pertukaran atau akses terhadap sumber daya genetik berlangsung tanpa syarat, kecuali dengan menyebutkan bahwa sumber daya genetik yang diminta hanya untuk keperluan penelitian atau pemuliaan. Sejak diberlakukannya konvensi keanekaragaman hayati, pertukaran atau akses terhadap sumber daya genetik dilakukan atas dasar ketentuan yang disetujui bersama dan persetujuan atas dasar informasi yang telah disampaikan sebelumnya.

Peraturan perundang-undangan yang ada, yaitu Undang-Undang No. 12 Tahun 1992²⁵ tentang Sistem Budidaya Tanaman, Undang-Undang No. 5 Tahun 1994²⁶ tentang Pengesahan Konvensi Keanekaragaman Hayati dan Undang-Undang No. 23 Tahun 1997²⁷ tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, PP No. 44 Tahun 1995²⁸ tentang Perbenihan yang merupakan kelengkapan dari Undang-undang No. 12 Tahun 1992, belum secara rinci mengatur pelaksanaan akses terhadap sumber daya genetik dan pembagian keuntungan yang diperoleh dari pemanfaatan sumber daya genetik yang diakses.

Pemanfaatan dan perlindungan sumber daya genetik diatur oleh Undang-Undang No. 29 tahun 2000²⁹ tentang Perlindungan Varietas Tanaman yang dilengkapi dengan Peraturan Pemerintah No. 13 tahun 2004³⁰ tentang penggunaan varietas lokal dalam perakitan varietas turunan esensial.

Pada tahun 2006³¹ Indonesia mengaksesi *International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture* (ITPGRFA), konvensi yang mengatur akses sumber daya genetik dan pembagian keuntungan, tetapi tidak dilengkapi sanksi apabila terjadi pelanggaran.

Sebagai antisipasi atas permintaan pertukaran sumber daya genetik yang makin marak, pemerintah mengeluarkan Peraturan Menteri No. 67 Tahun 2006³² tentang Pelestarian dan Pemanfaatan Sumber Daya Genetik, yang kemudian direvisi dengan Peraturan Menteri Nomor 37/Permentan/OT.140/7/2011.³³ Pengeluaran sumber daya genetik diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 15/Permentan/OT.140/3/2009³⁴ tentang Pedoman Penyusunan Perjanjian Pengalihan Materi (PPM). Aspek yang harus dipastikan dalam pengeluaran sumber daya genetik adalah klausul tentang kekayaan intelektual, yang menyatakan bahwa apabila dari sumber daya genetik yang diakses dihasilkan produk yang dapat dipatenkan/dilisensikan, maka kepemilikannya harus menjadi milik bersama.

Pada akhir tahun 2010 Konferensi Konvensi Keanekaragaman Hayati di Jepang telah menyepakati Protokol Nagoya, yang bertujuan untuk mewujudkan pembagian keuntungan yang adil atas hasil yang diperoleh dari pemanfaatan sumber daya genetik, termasuk akses sumber daya genetik yang layak dan transfer teknologi yang sesuai kebutuhan, dengan memperhitungkan semua hak atas sumber daya genetik dan teknologi, dan melalui pendanaan yang tepat, sehingga memberikan kontribusi pada konservasi keanekaragaman hayati dan pemanfaatan komponen-komponennya secara berkelanjutan.

III. PERKEMBANGAN PUMULIAAN DAN DUKUNGAN BIOTEKNOLOGI DALAM PENINGKATAN PRODUKSI PADI

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya muliakan

Pemuliaan padi di Indonesia dimulai dengan persilangan menggunakan varietas introduksi dan varietas lokal. Meskipun varietas yang dihasilkan dapat meningkatkan kualitas dan rasa nasi, tetapi produksi umumnya belum mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Dengan mengubah arsitektur tanaman padi telah dapat dihasilkan varietas unggul yang mampu meningkatkan produktivitas.

3.1. Tantangan Pemuliaan

Sumbangan peningkatan produktivitas varietas unggul baru terhadap produksi padi nasional cukup besar, sekitar 56%.³⁵ Interaksi antara air irigasi, varietas unggul baru, dan pemupukan memberikan kontribusi terhadap laju kenaikan produksi padi sebesar 75%.³⁶

Meskipun demikian, kontribusi varietas unggul tetap diperlukan dalam meningkatkan produksi padi.

Hingga tahun 60an, varietas yang dirakit pada masa itu dikenal dengan tipe Bengawan, karena kesamaan tetua yang digunakan untuk merakit varietas pada masa itu seperti Remaja, Jelita, Dara, Sintha, Dewi Tara, Arimbi, dan Bathara.³⁷ Varietas padi tipe Bengawan berumur 140-155 hari setelah sebar, tinggi tanaman 145-165 cm, rasa nasi enak tetapi hasilnya masih rendah.³⁸

Pada era selanjutnya dikembangkan PB5, yaitu varietas dengan potensi hasil tinggi. PB5 atau IR5 merupakan varietas introduksi dari IRRI, hasil persilangan antara varietas Peta dengan varietas Tangkai Rotan. Varietas baru ini memiliki arsitektur tanaman yang pendek dan berdaun tegak, sehingga mampu memanfaatkan sinar matahari sebanyak mungkin dan memberikan hasil fotosintesis yang lebih banyak.

Pemanfaatan teknologi pemuliaan dalam beberapa dekade terakhir mampu meningkatkan produktivitas padi cukup fantastis, dari 1,77 t/ha pada tahun 1965 menjadi 5,06 t/ha pada tahun 2010, meski akhir-akhir ini dengan laju yang melandai. Hal ini disebabkan oleh perakitan varietas banyak menggunakan tetua yang berasal dari IRRI dan hanya menekankan pada peningkatan hasil.

Pemanfaatan varietas yang sama dalam skala luas mengakibatkan terjadinya perkembangan hama dan penyakit, seperti hama wereng coklat, penggerek batang, penyakit hawar daun bakteri, tungro, dan blas. Akibatnya, varietas yang dilepas tidak lagi dapat memberikan hasil seperti yang diharapkan. Selanjutnya, perluasan lahan untuk budi daya padi menghadapi cekaman yang disebabkan oleh faktor alam, seperti iklim dan kondisi lahan, sehingga diperlukan varietas yang toleran terhadap kekeringan, salinitas, keracunan besi dan aluminium. Dengan demikian,

varietas yang diperlukan tidak hanya berproduktivitas tinggi tetapi juga mampu memberikan stabilitas hasil yang tinggi.

Penelitian pemuliaan konvensional mendukung peningkatan produksi yang telah dilakukan, meliputi pewarisan toleransi terhadap salinitas,³⁹ interaksi antara genotipe dengan lingkungan,⁵ daya tembus akar sebagai kriteria toleransi terhadap kekeringan^{40,41} studi keterkaitan antara karakter agronomi dengan ukuran gabah/beras dan optimalisasi seleksi untuk hasil^{42,43} pewarisan sifat ketahanan terhadap penyakit blas,⁴⁴ variasi genetik dan spektrum virulensi patogen blas,⁴⁵ dan keragaman sifat tahan penyakit blas.⁴⁶

3.2. Pemanfaatan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik dalam Peningkatan Produksi

Pemuliaan tanaman padi selama ini dilakukan dengan menggabungkan karakter yang diinginkan dari tetua yang berbeda melalui persilangan. Kalau karakter tersebut mudah dibedakan dan hubungan kekerabatan kedua tetua masih dekat, persilangan dapat dengan mudah dilaksanakan. Tetapi apabila karakter yang ingin digabungkan dimiliki oleh tetua yang hubungan kekerabatannya jauh atau bahkan sangat jauh, maka persilangan akan menghasilkan F1 yang steril. Apabila karakter yang ingin digabungkan tidak mudah dibedakan secara fenotipik, seperti ketahanan terhadap penyakit, maka penggabungan karakter tersebut sulit dilakukan atau memerlukan waktu lama.

Tuntutan terhadap pemuliaan padi semakin berat, terutama dengan adanya perubahan iklim, pelandaian produktivitas, dan perkembangan hama dan penyakit yang sulit diprediksi.

Dengan berkembangnya bioteknologi, gen pengatur karakter dapat diidentifikasi dan dibuat marka molekulernya. Dengan marka

molekuler, seleksi terhadap individu yang memiliki gen yang diinginkan dapat dengan cepat diidentifikasi. Dengan demikian, bioteknologi, khususnya marka molekuler, dapat membantu kegiatan pemuliaan menjadi lebih efektif dan efisien.

Sejak satu dekade terakhir telah dilakukan penelitian bioteknologi mendukung stabilitas hasil. Penelitian tersebut diarahkan untuk mengatasi cekaman biotik seperti penyakit blas: meliputi karakterisasi penyakit blas,⁴⁷ introgresi ketahanan penyakit blas,^{48,49} gen pengatur karakter kuantitatif ketahanan blas,⁵⁰ pemetaan gen ketahanan blas asal *O. rufipogon* pada varietas IR64,⁵¹ gen ketahanan terhadap blas,^{52,53} dan perakitan varietas tahan blas dengan kultur anther.⁵⁴ Penyakit hawar daun bakteri: ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri⁵⁵ dan perbaikan varietas dengan silang balik berbantuan marka.⁵⁶ Gen pengatur produktivitas: identifikasi gen dari kerabat liar yang meliputi introgresi gen pengatur karakter kuantitatif dari *O. rufipogon*,⁵⁷ gen pengatur karakter kuantitatif dari kerabat liar untuk perbaikan varietas,⁵⁸ gen pengatur karakter kuantitatif daya hasil dan komponen hasil,⁵⁹ gen pengatur karakter kuantitatif kualitas beras,⁶⁰ dan *O. rufipogon* sebagai sumber gen perbaikan karakter kuantitatif.⁶¹ Selain itu juga telah dilakukan penelitian untuk mengatasi cekaman lingkungan: identifikasi gen toleran cekaman lingkungan mencakup keterpautan marka RAPD dengan daya tembus akar,⁶² sistem toleransi terhadap kekeringan,^{63,64} pemanfaatan gen sub1 untuk perakitan varietas toleran rendaman,⁶⁵ dan toleransi terhadap kahat P.^{66,67,68}

Kegiatan tersebut memanfaatkan varietas lokal, introduksi, kerabat liar dan telah menghasilkan galur dan varietas padi sebagai berikut:

1. Varietas Angke dan Conde yang masing-masing memiliki gen xa5 dan gen Xa7,
2. Galur-galur tahan penyakit blas,
3. Varietas toleran rendaman,

4. Galur-galur toleran terhadap kekeringan,
5. Galur-galur toleran P rendah.

Semua kegiatan penelitian yang menghasilkan informasi dan telah dimanfaatkan untuk mendukung peningkatan kualitas dan kuantitas serta stabilitas produksi padi terlaksana melalui kolaborasi dan bantuan teknis serta pendanaan dari lembaga penelitian internasional.

IV. PERSPEKTIF PENGELOLAAN SUMBER DAYA GENETIK DAN BIOTEKNOLOGI MENDUKUNG PENINGKATAN PRODUKSI PADI

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya muliakan

Upaya peningkatan produksi padi dengan berbagai kendalanya memerlukan keseriusan dan kerja keras dari semua pemangku kepentingan. Dalam situasi saat ini, dimana perubahan iklim bukan lagi wacana, selain teknologi juga diperlukan dukungan kebijakan untuk pencapaian produksi padi di atas kebutuhan, melalui pelestarian dan pemanfaatan berkelanjutan sumber daya genetik.

4.1. Tantangan

Pelestarian dan pemanfaatan sumber daya genetik secara berkelanjutan dapat diupayakan melalui bioprospeksi, yaitu serangkaian kegiatan yang meliputi koleksi, penelitian, dan pemanfaatan sumber daya genetik secara sistematis, guna mendapatkan senyawa kimia, gen, organisme, dan produk alamiah lainnya untuk tujuan ilmiah dan/atau komersial. Bioprospeksi memiliki dua tujuan utama: (1) pemanfaatan sumber daya genetik secara berkelanjutan berbasis

konservasi, dan (2) pembangunan sosio-ekonomi negara pemilik keanekaragaman hayati.⁶⁹

Pemulia konvensional memanfaatkan keragaman genetik dari tanaman sejenisnya dengan menggunakan analisis keterpautan (*linkage analysis*), suatu teknik yang mengaitkan karakter fenotipe dengan daerah khusus dalam genom, yang memungkinkan daerah tersebut dijadikan target pemuliaan. Pada waktu bersamaan, pakar biologi molekuler disibukkan oleh pengkloningan gen-gen tunggal, tetapi kegiatan mereka tidak saling berkaitan. Gen yang diisolasi oleh pakar genetika tidak ada kaitannya dengan keragaman alami yang sedang diteliti oleh pemulia. Hal ini memerlukan koordinasi agar kedua kegiatan tersebut saling bersinergi.

Dalam pemuliaan tanaman, potensi dan fenomena interaksi genotipe x lingkungan belum dimanfaatkan secara maksimal untuk mendukung upaya peningkatan produksi padi. Hal ini disebabkan oleh pemahaman yang salah dari petani dan berbagai kalangan yang menganggap varietas yang dilepas pemerintah dapat dikembangkan di seluruh wilayah Indonesia, yang berdampak terhadap patahnya keunggulan suatu varietas di lokasi-lokasi tertentu yang mendorong pelandaian produksi padi. Anggapan tersebut mengabaikan fenomena interaksi genotipe x lingkungan yang mendukung keberagaman varietas yang diperlukan untuk mencegah terjadinya kerapuhan genetik. Oleh sebab itu, sudah saatnya dilakukan amandemen Undang-Undang Sistem Budidaya Tanaman nomor 12 tahun 1992 Pasal 12 yang mewajibkan pelepasan varietas oleh pemerintah melalui beberapa tahap dan mekanisme, dan PP 44/195 Pasal 18 ayat (2) tentang pengharusan uji adaptasi yang hanya memberatkan pemulia dan dalam beberapa kasus menyusahkan petani.

Dalam mengatasi berbagai masalah peningkatan produksi, termasuk dampak perubahan iklim, diperlukan reorientasi pemuliaan

tanaman dalam menghasilkan varietas unggul spesifik lokasi (VUSL), bukan varietas unggul nasional. Pengembangan VUSL pada ekosistem yang tepat akan memberikan hasil maksimal, sehingga berdampak terhadap peningkatan produksi nasional. Dalam hal ini penggunaan metode Eberhart dan Russell¹⁰ memegang peranan penting dalam mengevaluasi stabilitas atau adaptabilitas suatu varietas, dan sekaligus membagi Indonesia menjadi wilayah-wilayah yang berbeda atas dasar interaksi genotipe x lingkungan yang perlu dijadikan dasar dalam perakitan VUSL.

Dalam menghasilkan VUSL diperlukan kerja sama antara pemulia tanaman dari lembaga penelitian dengan petani yang lebih memahami varietas yang mereka butuhkan. Melalui pemuliaan kemitraan seperti ini tidak lagi diperlukan uji adaptasi di banyak lokasi dan tidak perlu pula pelepasan varietas.

4.2. Peluang

Di era perubahan iklim ini, tidak ada satu pun negara di dunia yang memiliki cukup sumber daya genetik guna memenuhi kebutuhannya, sehingga terjadi saling ketergantungan yang memerlukan pengaturan tentang akses dan pembagian keuntungan yang diperoleh dari pemanfaatan sumber daya genetik. Akses terhadap sumber daya genetik tidak dapat dilakukan serta merta, tetapi memerlukan berbagai tahapan, terutama persetujuan atas dasar informasi awal (PADIA/PIC) yang diikuti dengan perjanjian pengalihan materi (PPM/MTA), baru dimanfaatkan lebih lanjut dalam program pemuliaan. Khusus untuk varietas lokal dan kerabat liar, apabila dapat menghasilkan produk yang sangat spesifik lokasi, dapat dimanfaatkan untuk pembangunan ekonomi dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat, melalui perlindungan indikasi geografis yang merupakan salah satu bentuk kekayaan intelektual yang dilindungi secara hukum.

Marka DNA telah diaplikasikan dalam program pemuliaan untuk (a) memahami gen yang mengatur karakter kuantitatif sehingga pemuliaan lebih efektif, (b) introgresi karakter sederhana secara cepat melalui silang balik sehingga mengurangi jumlah silang balik yang harus dilakukan, (c) seleksi dini, secara tidak langsung dan mudah, terhadap karakter yang dikendalikan gen tapi tidak mudah dideteksi secara dini seperti gen untuk lisin dan triptofan pada jagung, dan (d) tujuan yang tidak dapat dicapai dengan pemuliaan konvensional seperti gen-gen ketahanan terhadap penyakit yang tidak dapat dibedakan secara fenotipik.

Sejalan dengan bioprospeksi, pemanfaatan sumber daya genetik dapat dimulai dari pencarian gen sampai seleksi karakter untuk menghasilkan varietas yang bernilai tambah. Terhadap sumber daya genetik yang sudah diketahui karakternya dilakukan identifikasi gen dengan membuat populasi galur inbrida rekombinan, galur isogenik, atau mutan. Dari populasi tersebut dilakukan pemetaan lokus pengatur sifat kuantitatif maupun genomik fungsional untuk mendapatkan gen-gen kandidat. Selain itu juga dilakukan penambangan allele dengan memanfaatkan sumber daya genetik dari bank gen, spesies/kerabat liar, dan varietas lokal melalui *genotyping* dan *phenotyping* gen kandidat dari kegiatan identifikasi gen untuk mendapatkan allele terkait dengan karakter yang diperlukan.

Tahap terakhir adalah perbaikan varietas dengan memanfaatkan allele yang mengatur karakter yang diperlukan, dan sudah dibuat markanya. Allele yang sudah diisolasi dan atau dibuat markanya dapat dimanfaatkan dengan dua cara untuk menghasilkan varietas unggul baru. Apabila allele berasal dari kerabat liar atau bahkan dari spesies yang sama sekali tidak mempunyai hubungan kekerabatan, dilakukan transformasi untuk mendapatkan tanaman transgenik. Apabila gen berasal dari sumber daya genetik yang memiliki hubungan kekerabatan

dari populasi hasil persilangan dilakukan seleksi dengan bantuan marka (MAS) untuk mendapatkan varietas yang memiliki nilai tambah.

V. SASARAN, ARAH, DAN STRATEGI PENGEMBANGAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya muliakan

Pemuliaan tanaman dilakukan dengan pengelolaan sumber daya genetik secara komprehensif, mulai dari penyusunan program pemuliaan dengan dukungan bioteknologi yang mencakup biologi molekuler, kultur sel, dan kultur jaringan, sesuai dengan keperluan agar gen yang diinginkan dapat diintegrasikan ke dalam varietas yang diinginkan dan diekspresikan guna mengatasi kendala peningkatan produksi.

5.1. Arah dan Sasaran

Program pemuliaan menunjang peningkatan produksi harus disusun dengan cermat, mulai dari pemilihan sumber daya genetik sebagai tetua sampai perakitan varietasnya. Sasaran utamanya adalah peningkatan produktivitas, stabilitas produksi, terutama dalam menghadapi perubahan iklim dengan memanfaatkan sumber daya genetik secara optimal melalui pendekatan molekuler. Agar pemuliaan berjalan efektif dan efisien maka dapat digunakan teknologi yang terbukti berhasil dengan baik, seperti indeks seleksi yang sebelumnya dimanfaatkan pada pemuliaan ternak,⁷⁰ yang telah diterapkan pada pemuliaan padi dalam menentukan gabungan karakter komponen hasil yang paling menguntungkan dalam seleksi.⁴⁰

Dengan berkembangnya ilmu genomik, marka molekuler terbukti dapat digunakan untuk mengidentifikasi, memetakan, memahami

gen tanaman dan penampilan karakter yang dikendalikannya, yang secara agronomis diperlukan dalam pemuliaan padi. Dengan berkembangnya teknologi DNA telah dikembangkan teknik baru untuk menemukan gen yang mengatur fenotipe tertentu, termasuk pemetaan asosiasi, komplemen dari analisis keterkaitan genetik manusia⁷¹ yang terbukti dapat digunakan untuk mendeteksi keterkaitan antara genotipe dengan fenotipe.⁷²

Rekayasa genetik dapat dimanfaatkan untuk mengatasi kendala peningkatan produksi yang tidak dapat diatasi oleh pemuliaan konvensional melalui persilangan, dengan mempertimbangkan faktor pendanaan. Khusus untuk uji keamanan pangan dan atau pakan tidak jadi masalah bagi perusahaan multinasional, tetapi sangat memberatkan industri kecil karena besarnya biaya yang harus dikeluarkan.

Teknik-teknik tersebut merupakan cara yang cepat untuk menjawab pertanyaan mendasar dalam genetika dan pemuliaan tanaman.

5.2. Strategi

Dalam menghadapi dampak perubahan iklim diperlukan teknologi pemuliaan untuk menghasilkan varietas unggul yang mampu beradaptasi pada kondisi tertentu. Atas dasar itu diperlukan perubahan paradigma dalam pengembangan pemuliaan dan pemanfaatan sumber daya genetik, dari mencari fenotipe menjadi mencari gen. Kegiatan tersebut dimulai dari pelestarian dan pemanfaatan sumber daya genetik berupa kerabat liar maupun varietas lokal yang tersimpan pada bank gen.

Sumber daya genetik dengan karakter yang ekstrim dijadikan tetua dalam persilangan untuk menghasilkan populasi *recombinant inbred lines (RILs)* atau *near isogenic lines (NILs)* dalam pembuatan

peta genetik dari karakter bernilai ekonomi tinggi. Allel yang terkait dengan karakter yang diperlukan untuk beradaptasi dengan perubahan iklim dijadikan marka molekuler untuk seleksi karakter tersebut. Dengan demikian dapat dirakit varietas unggul baru secara efektif dan efisien.

VI. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya muliakan

Dari uraian tadi dapat ditarik kesimpulan orasi ilmiah ini dan implikasi kebijakannya sebagai berikut.

6.1. Kesimpulan

Pelestarian sumber daya genetik padi, baik berupa varietas lokal maupun varietas hasil pemuliaan yang diberi perlindungan atau tidak, harus dilakukan sendiri dengan membangun fasilitas penyimpanan jangka menengah dan jangka panjang, tidak bergantung pada bank gen di luar negeri. Bank gen harus dilengkapi dengan tenaga terlatih untuk karakterisasi secara morfologi dan molekuler yang disusun dalam basis data yang sewaktu-waktu dapat digunakan pemulia dalam merakit varietas unggul baru yang memiliki nilai tambah.

Pemanfaatan sumber daya genetik harus mengacu pada ketentuan tentang akses dan pembagian keuntungan, baik di tingkat nasional, regional maupun internasional, dengan mempertimbangkan akses dan pembagian keuntungan secara adil.

Peningkatan produksi padi dapat diupayakan melalui pengembangan varietas unggul spesifik lokasi melalui pemberdayaan

petani dalam wadah pemuliaan kemitraan, dengan memanfaatkan sumber daya genetik yang sudah beradaptasi di setiap lokasi. Dengan demikian, tidak diperlukan lagi uji multilokasi dan pelepasan varietas, tetapi perlu dilakukan pendaftaran varietas dalam rangka pembuatan daftar nasional varietas, yang dapat dijadikan referensi dalam pengembangan varietas di lokasi yang memiliki kesamaan agroekosistem.

Pemuliaan tanaman padi berbantuan marka menguntungkan secara finansial dan dapat mempercepat perolehan varietas unggul dengan sifat yang diinginkan.

6.2. Implikasi Kebijakan

Dalam upaya pengembangan varietas unggul spesifik lokasi, maka Pasal 12 UU No. 12 Tahun 1992 tentang keharusan pelepasan varietas yang dikaitkan dengan sanksi denda dan kurungan penjara, dan Pasal 18 ayat 2 Peraturan Pemerintah No. 44 Tahun 1995 tentang uji adaptasi, dan tidak lagi diperlukan. Untuk itu perlu dipertimbangkan agar tidak lagi membebani pemulia/petani dan menghambat mereka untuk berkreasi dan memanfaatkan hasil kreativitasnya.

Selain memberdayakan sumber daya genetik dan teknologi yang tepat, upaya peningkatan produksi padi perlu mendapat dukungan kebijakan berupa undang-undang, peraturan pemerintah, dan peraturan menteri yang kondusif bagi perkembangan industri benih nasional.

Sumber daya genetik dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien melalui penguatan pemuliaan tanaman dengan meningkatkan kemampuan sumber daya pemulia, perbaikan genetik tanaman, dan pemanfaatan teknologi molekuler.

VII. PENUTUP

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya muliakan

Sumber daya genetik bukan merupakan warisan nenek moyang, tetapi titipan anak cucu yang wajib dilestarikan, agar apabila pada suatu saat mereka perlukan masih ada wujudnya. Sumber daya genetik merupakan penampungan gen-gen yang sebagian besar belum diketahui perannya dalam mengatur penampilan karakter, tetapi diyakini merupakan karakter-karakter yang diperlukan dalam menghadapi dampak perubahan iklim, termasuk cekaman biotik dan abiotik.

Dengan perkembangan teknologi di bidang biologi molekuler, gen-gen tersebut sudah dapat diidentifikasi letaknya dalam kromosom maupun karakter yang dikendalikannya. Selanjutnya gen-gen tersebut dapat diisolasi dan dimanfaatkan dalam program pemuliaan.

Untuk dapat memanfaatkan gen-gen tersebut diperlukan pemulia dan pakar dari disiplin ilmu terkait dengan tujuan perakitan varietas untuk mendukung meningkatkan produksi berkelanjutan. Itu adalah sarannya, tetapi yang lebih penting adalah dukungan pemerintah dengan semua kebijakannya, yang menurut orang Jawa "*jer basuki mowo beo*", artinya semua tujuan yang mulia dengan segala usahanya tidak akan berhasil apabila tidak ada biayanya.

Sebelum mengakhiri orasi ini, izinkan saya menyitir apa yang terpampang di dinding ruang kerja pembimbing S3 saya, pemulia tanaman kapas:

*When I works I works hard,
When I sits I sits loose, but
When I thinks I fall asleep.*

UCAPAN TERIMA KASIH

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya Muliakan

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT, saya ingin mengucapkan rasa terima kasih yang tulus dan penghargaan yang tinggi kepada:

1. Dr. John M. Green dan Dr. Subandi yang telah membina di awal karier saya di bidang pemuliaan tanaman jagung, dan Dr. B. A. Waddle pembimbing utama S3 yang selain sebagai pembimbing juga merupakan teman diskusi di bidang pemuliaan, yang tidak pernah bosan membujuk saya untuk menjadi pemulia tanaman kapas, walaupun tahu persis bahwa yang saya lakukan adalah penelitian pemuliaan padi. Dr. B.H. Siwi dan Prof. Dr. Ibrahim Manwan yang memberikan teladan dengan kegigihannya bagaimana mencapai suatu tujuan dengan tanpa pamrih. Para Kepala BB Biogen di mana saya mengabdikan serta teman-teman sejawat atas dukungan dan kerjasama yang baik sampai saat ini.
2. Tim Evaluasi orasi ilmiah Badan Litbang Pertanian, Prof. Dr. Subandriyo MSc, Prof. Dr. Ir. Irsal Las MS, Prof. Dr. Ir. Made Oka Adnyana MSc, Prof. Dr. Ir. Tjeppy D. Soedjana MS, Prof. Dr. Husein Sawit, Prof. Dr. Ir. A. Karim Makarim, M.Sc, dan Prof. Dr. Ir. Elna Karmawati MS.
3. Kepala dan Sekretaris Badan Litbang Pertanian yang telah membina saya dari awal sampai memperoleh jenjang fungsional peneliti tertinggi. Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Kepala Pusbindiklat LIPI, TP3 dan TP2I Kementan atas kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk mengemban tugas sebagai Peneliti Utama di Bidang Bioteknologi atau lebih tepatnya Pemuliaan Molekuler Tanaman.

4. Panitia acara pengukuhan Profesor Riset Badan Litbang Pertanian beserta para undangan dan hadirin sekalian atas kesabaran dan perhatiannya dalam mengikuti acara pengukuhan Profesor Riset ini.
5. Terakhir, tetapi yang paling saya muliakan dan cintai, kedua orang tua saya, Bapak R. Moeljopawiro BKS (alm) dan ibu Sumirah (almh), yang tanpa beliau tidak mungkin saat ini saya berdiri dihadapan para hadirin yang saya muliakan, serta isteri tercinta Asseta Sugiono dan ananda Aditya Anggoro Adhie beserta menantu Ira Shanti Tri Andini yang telah memberikan sepasang cucu, dan ananda Shanti R. Anggari, serta Bapak dan Ibu mertua yang penuh perhatian dan dorongan untuk maju.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya muliakan

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, saya akhiri orasi ilmiah ini, terima kasih atas perhatiannya dan mohon maaf atas kekurangan dan kekhilafan dalam menyampaikan orasi ilmiah ini, semoga bermanfaat.

Wabillahirtaufiq Walhidayah,

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Hutapea, J. dan A.Z. Mashar. 2010. Ketahanan Pangan dan Teknologi Produktivitas menuju Kemandirian Pertanian Indonesia. Biologi Online. 5 Mei 2010.
- 2 Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons, Inc. New york, London, Sidney.

- 3 Mendel, G. 1865. Experiments in Plant Hybridization. Read at The Meetings of February 8th, and March 8th, 1865.
- 4 Johannsen, W.L. 1903. Ueber Erbllichkeit in Populationen und in Reinen Leinen, Gustav Fisher, Jena (One of Great Papers in Genetics)
- 5 Moeljopawiro, S. 1989. Genotype-Environment Interaction of Nine Rice Promising Lines. Indonesian Journal of Crop Science 4: 1-8.
- 6 Yule, G.V. 1906. On The Theory of Inheritance of Quantitative Compound Characters on The Basis of Mendel's Laws – Apreliminary Note. Rept. Third Intern. Conf. Gen. 140-142.
- 7 East, E. M. 1916. Studies on Size Inheritance in Nicotiana. Genetics 1: 164-176.
- 8 Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stabily Prameter for Comparing Varieties. Crop Sci. 6: 36-40.
- 9 Watson, J.D. and F. Crick. 1953. Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. Nature 171: 737-738.
- 10 Moeljopawiro, S., Feng H. Huang and Robert H. Dilday. 1984. Use of Peroxidase Isozymes for Variety Identification. Arkansas Farm Research 33(4): 7.
- 11 Sugiyarta, E. and S. Moeljopawiro. 1988. Identification of Peroxydase and Esterase Isoenzymes in Sugar Cane and Its Relatives. Media Penelitian Sukamandi 6: 36-43.
- 12 Sugiyarta, E., S. Moeljopawiro, S. Sastrowijono dan D. Allorerung. 1989. Pengaruh Berbagai Pelarut pada Ekstraksi Daun Tebu terhadap Resolusi Isoensim Peroksidase dalam Elektrophoresis (The Effect of Several Extractant for Leaf Cane Extraction on The Electrophoresis Resolution of Peroxidase Isoenzymes). Bull. P3GI 136: 1-42.

- 13 Sutrisno., D. W. Utami, A. Warsun, dan S. Moeljopawiro. 1993. Isoenzim Wereng Batang Coklat, *Nilaparvata lugens* Stal: I. Pola Elektroforetik Alfa Naftil Asetat Esterase Individual, hal. 16-21. Dalam J. Soejitno *et al.* (Eds.). Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan No.5. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
- 14 Hunter, R.L. and C.L. Merkert. 1957. Histochemical Demonstration of Enzymes Separated by Zone Electrophoresis in Starch Gels. *Science* 125:1294-1295.
- 15 Moeljopawiro, S., M. Yunus, and E. M. Septiningsih. 1995. Detection of Genetic Variation with RAPD Markers Among Rice (*Oryza sativa* L). Makalah pada Second Conference on Agriculture Biotechnology. Jakarta.
- 16 Prasetyono, J., Hadiba, N.H., S. Moeljopawiro, S. 2004. Detection of Genetic Diversity using RAPD Markers on Indonesian Elite Rice Varieties (*Oryza sativa*). *Jurnal Penelitian Pertanian* 23(1): 39-49.
- 17 Sutrisno, I.H. Somantri, T. Suhartini, S. Rianawati, Sustiprijatno, K.R. Trijatmiko dan S. Moeljopawiro. 1996. Progress in Identification of RFLP Markers for Rice Tolerance to Iron Toxicity in Indonesia. The 3rd Asia-Pacific Conference on Agricultural Biotechnology: Issues and Choices, 10-15 November 1996, Thailand. 10p.
- 18 Soller, M. and J.S. Beckmann. 1983. Genetic Polymorphism in Varietal Identification and Genetic Improvement. *Theor. Appl. Genet.* 82:233-241.
- 19 Vos, P., R. Hogers, M. Bleeker, M. Reijans, T. van de Lee, M. Hornes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, and M. Zabeau. 1995. AFLP: A New Technique for DNA Finger Printing. *Nucl. Acid. Res.* 23:4407-4474.

- 20 Litt, M. and J.A. Luty. 1989. A Hypervariable Microsatellite Revealed By in Vitro Amplification of A Dinucleotide Repeat Within the Cardiac Muscle Actin Gene. *Am. J. Hum. Genet.* 44(3):397-401.
- 21 Kota, R., S. Rudd, A. Facius, G. Kolesov, T. Thiel, H. Zhang, N. stein, K. Mayer, and A. Graner. 2003. Snipping Polymorphisms from Large EST Collections in Barley (*Hordeum vulgore* L.). *Mol. Genet. Genomics* 270:24-33.
- 22 Alpuerto, V.L. 2008. Economic Analysis of Marker-Assisted Breeding in Rice. M.Sc. thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.
- 23 Ohtsubo Ken'ichi and S. Nakamura. 2003. Cultivar Identification of Rice By PCR Method And Its Application to Processed Rice Products. Proc. Of the Eighth Session of Working Group on Biochemichal and Molecular Techniques and DNA Profiling in Particular. Tsukuba, Japan, September 3-5, 2003.
- 24 Moeljopawiro, S. 2010. Marka Mikrosatelit sebagai Alternatif Uji BUSS dalam Perlindungan Varietas Tanamam Padi. *Buletin Plasma Nutfah*.
- 25 Undang-Undang No. 12. 1992. Tentang Sistem Budidaya Tanaman.
- 26 Undang-Undang No. 5 Tahun 1994 Tentang: Pengesahan United Nations Convention On Biological Diversity (Konvensi Perserikatan Bangsa Bangsa Mengenai Keanekaragaman Hayati)
- 27 Undang-Undang No. 23 Tahun 1997 Tentang: Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- 28 Peraturan Pemerintah No. 44 Tahun 1995 tentang Perbenihan Tanaman.

- 29 Undang-Undang No. 29. 2000. Tentang Perlindungan Varietas Tanaman.
- 30 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2004 Tentang Penamaan Pendaftaran dan Penggunaan Varietas Asal untuk Pembuatan Varietas Turunan Esensial.
- 31 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2006 Tentang Pengesahan International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (Perjanjian Mengenai Sumber Daya Genetik Tanaman untuk Pangan dan Pertanian).
- 32 Peraturan Menteri Pertanian Nomor 67 Tahun 2006 tentang Pelestarian dan Pemanfaatan Sumber Daya Genetik Tanaman.
- 33 Peraturan Menteri Pertanian Nomor 37 Tahun 2011 tentang Pelestarian dan Pemanfaatan Sumber Daya Genetik Tanaman.
- 34 Peraturan Menteri Pertanian Nomor 15 Tahun 2009 tentang Pedoman Penyusunan Perjanjian Pengalihan Materi (*Material Transfer Agreement*) (PPM/MTA).
- 35 Hasanuddin, A. 2005. Peranan Proses Sosialisasi terhadap Adopsi Varietas Unggul Padi Tipe Baru dan Pengelolaannya. Lokakarya Pemuliaan Partisipatif dan Pengembangan Varietas Unggul Tipe Baru (VUTB). Sukamandi 2005.
- 36 Fagi, A.M., B. Abdullah, dan S. Kartaatmadja. 2001. Peranan Padi Indonesia dalam Pengembangan Padi Unggul. Prosiding Budaya Padi. Surakarta, Nopember 2001.
- 37 Hermanto., D. Sadikin W. dan E. Hikmat. 2009. Deskripsi Varietas Unggul Padi 1943-2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Litbang Pertanian.

- 38 Daradjat, A.A., Suwarno, B. Abdullah, Tj. Soewito, B.P. Ismail dan Z.A. Simanullang. 2001. Status Penelitian Pemuliaan Padi untuk Memenuhi Kebutuhan Pangan Masa Depan. Balai Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi.
- 39 Moeljopawiro, S. and H. Ikehashi. 1981. Inheritance of Salt Tolerance in Rice. *Euphytica* 30: 291-300.
- 40 Suardi, D. dan S. Moeljopawiro. 1999. Daya Tembus Akar sebagai Kriteria Seleksi Ketahanan Kekeringan pada Padi: I. Pengaruh Tingkat Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Media Campuran Parafin dan Vaseline Terhadap Daya Tembus Akar. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 18:29-34.
- 41 Suardi, D. dan S. Moeljopawiro. 1999. Daya Tembus Akar Sebagai Kriteria Seleksi Ketahanan Kekeringan pada Padi: II. Daya Tembus Akar Beberapa Galur/Varietas. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 18: 35-40.
- 42 Moeljopawiro, S. 2002 A. Optimizing Selection for Yield using Selection Index. *Zuriat* 13: 37-45.
- 43 Moeljopawiro, S. 2002 B. Genetic Relationships Between Grain Types and Agronomic Traits in Rice. *zuriat* 13: 46-62.
- 44 Utami D.W., Hajrial Aswidinnoor, S. Moeljopawiro, I.H. Somantri., Reflinur. 2006. Pewarisan Ketahanan Penyakit Blas (*Pyricularia Grisea Sacc.*) pada Persilangan Padi IR64 dengan *Oryza Rufipogon* Griff. *Hayati* 13 (3): 107-112.
- 45 Santoso., A. Nasution, D.W. Utami, I. Hanarida, A.D. Ambarwati, S. Moeljopawiro dan D. Tharreau. 2007. Variasi Genetik dan Spektrum Virulensi Patogen Blas pada Padi Asal Jawa Barat dan Sumatera. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 26(3): 150-155.

- 46 Utami, D.W., A. D. Ambarwati, A. Apriana, A. Sisharmini, I.H. Somantri dan S. Moeljopawiro. 2010. Keragaan Sifat Tahan Penyakit Blas dan Agronomi Populasi Silang Balik dan Haploid Ganda Turunan IR64 dan *Oryza rufipogon*. Buletin Plasma Nutfah 16(2): 90-95.
- 47 Utami D.W., M.Amir dan S. Moeljopawiro. 2000. RFLP Analysis of Two Groups of Race and Haplotypes Blast (*Pyricularia grisea*, Sacc) Based on MGR 586 Probe. Indonesian Journal of Agriculture Bioteknologi 5(1): 28-33.
- 48 Utami, D.W., S. Moeljopawiro, E.M. Septiningsih., H. Aswidinnoor, S.Sujiprihati. 2001. The Introgression of Blast (*Pyricularia grisea*, Sacc) Resistance Trait from Wild Rice Species *Oryza rufipogon* to IR64. Indonesian Journal of Agriculture Bioteknologi 6(2): 51-58.
- 49 Utami, D.W., H.Aswidinnoor, A.Setiawan, S.Moeljopawiro dan E. Guhardja. 2004. Marker Assisted Selection (MAS) in the Introgression of Blast Resistant Genotypes from *Oryza rufipogon* into IR 64. 2004. Indonesian Breeding Journal Zuriat 15(2): 150-162.
- 50 Utami, D.W, S. Moeljopawiro, H. Aswidinnoor, A. Setiawan. E. Guhardja. 2005. QTL Analysis of Blast (*Pyricularia grisea*, Sacc) Resistance on Interspecific Population between IR64 and *O. rufipogon*. Sacc. Indonesian Journal of Agriculture Biotechnology 10(1): 7-14.
- 51 Utami, D.W., S. Moeljopawiro, H. Aswidinnoor, A. Setiawan, dan I. Hanarida. 2005. Gen Pengendali Sifat Ketahanan Penyakit Blas (*Pyricularia grisea* Sacc.) pada Spesies Padi Liar *Oryza rufipogon* Griff. dan Padi Budi Daya IR 64. J. AgroBiogen 1(1): 1-6.

- 52 Utami, D.W., S. Moeljopawiro, I. Hanarida and D. Thareau. 2008. Fine Mapping of Rice Blast QTL from *Oryza rufipogon* and IR-64 BY SNP Markers. SABRAO Journal of Breeding and Genetics 40(2) 105-115.
- 53 Utami, D. W., S. Moeljopawiro, H. Aswidinnoor, A. Setiawan and I. Hanarida. 2008. Blast Resistance Genes in Wild Rice *Oryza rufipogon* and Rice Cultivar IR64. Indonesian Journal of Agric. 1(2): 71-76
- 54 Ambarwati, A. D., I.H. Somantri, D.W. Utami, A. Apriana and S. Moeljopawiro. 2009. Rice Anther Culture to Develop Double Haploid Population and Blast Resistant Lines. Jurnal AgroBiogen 5: 71-77.
- 55 Yunus, M., H. Aswidinoor, B. Tjahjono, S. Moeljopawiro dan M. Bustamam. 1999. Studi Pautan Marka Molekuler dengan Gen xa-5, Gen Ketahanan terhadap Penyakit Hwar Daun Bakteri pada Padi. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 18: 35-40.
- 56 Bustamam, M., RE Tabien, Suwarno, MC Abalos, TS Kadir, I Oña, M Bernardo, CM Vera Cruz, H. Leung. 2002. Asian Rice Biotechnology Network: Improving Popular Cultivars Through Marker-Assisted Backcrossing by the NARES. Poster presented at The International Rice Congress, Beijing, China. Sept. 16-20, 2002.
- 57 Moeljopawiro, S., E.M. Septiningsih, and S.R. McCouch. 2000. The Introgression of QTL from *Oryza rufipogon* to IR64. In: Oono, K., T. Komatsuda, K. Kadowaki, and D. Vaughan (Eds). 2000. Integration of Biodiversity and Genome Technology for Crop Improvement. 2000 International Workshop Molecular Plant Breeding and Utilization of Genetic Resources. 28 November-1 December 2000. Tsukuba, Japan.

- 58 McCouch S.R., M.J. Thomson, E.M. Septiningsih, P. Moncada, J. Li, J. Xiao, S.N. Ahn, T. Tai, C. Martinez, A. McClung, X.H. Lai, S. Moeljopawiro, L.P. Yuan, H. P. Moon, E. Guimaraes and J. Tohme. 2001. Wild QTLs for rice improvement. In Rockwood.W.G. (Ed). 2001. Rice Research and Production in The 21st Century: Symposium Honoring Robert F. Chandler, Jr. Los Banos (Philippines): International Rice Research Institute.
- 59 Septiningsih, E.M., J. Prasetyono, E. Lubis, T.H. Tai, T. Tjubaryat, S. Moeljopawiro, and S. R. McCouch. 2003. Identification of Quantitative Trait Loci For Yield and Yield Components in an Advanced Backcross Population Derived from The *Oryza sativa* Variety IR64 and The Wild Relative *O. rufipogon*. Theoretical Applied Genetics 107: 1419-1432.
- 60 Septiningsih, E.M., K.R.Trijatmiko, S.Moeljopawiro, and S.R.McCouch. 2003. Identification of quantitative trait loci for grain quality in an advanced backcross population derived from the *Oryza sativa* variety IR64 and the wild *O.rufipogon*. Theoretical Applied Genetics 107:1433-1441.
- 61 McCouch SR, M Sweeney, J Li, H Jiang, M Thomson, E Septiningsih, J Edwards, P Moncada, J Xiao, A Garriss, T Tai, C Martinez, J Tohme, M Sugiono, A McClung, LP Yuan, SN Ahn. 2007. Through The Genetic Bottleneck: *O. rufipogon* as A Source of Trait-Enhancing Alleles for *O. sativa*. *Euphytica* 154(3):317-339.
- 62 Trijatmiko, K.R., H. Aswidinnoor, S. Moeljopawiro, dan D. Sopandie. 2001. Keterpautan Marka RAPD dengan Sifat Daya Tembus Skar Tanaman Padi IRAT 112. *J. Bioteknologi Pertanian* 6(1): 29-35.

- 63 Koerniati, S., D. Suardi, S. Moeljopawiro and Pieter B.F. Ouwerkerk. 2008. Transactivator-Facilitated Enhancer Trap System for Rice Resistance to Drought. Paper presented at The 5th International Crop Science Conference, Korea.
- 64 Koerniati, S., S. Moeljopawiro, Pieter B. F. Ouwerkerk. 2009. Transactivator-Facilitated Enhancer Trap (TAFET) Lines for Rice Resistant to Drought. Paper presented at 6th Rice Genetic Symposium, Manila, Philippines.
- 65 Septiningsih, E. M., M. Pamplona, D. L. Sanchez, C. N. Neeraja, G. V. Vergara, S. Heuer, A. M. Ismail and D. J. Mackill. 2009. Development of Submergence-Tolerant Rice Cultivars: The Sub1 Locus and Beyond. *Annals of Botany* 103: 151–160.
- 66 Bustamam, M., J. Prasetyono, I. H. Somantri, T. Suhartini, S. Abdulrahman, S. Moeljopawiro, S. Heuer, and Abdelbagi M. Ismail. 2009. Development of P-Deficiency Tolerant Indonesia Modern Upland Rice Varieties using Marker Assisted Backcrossing. Paper presented at 6th Rice Genetic Symposium, Manila, Philippines.
- 67 Bustamam, M., J. Prasetyono, I. H. Somantri, T. Suhartini, S. Abdulrahman, S. Moeljopawiro, and Abdelbagi M. Ismail. 2009. Enhancing Tolerance to P-Deficiency in Upland Rice Varieties by Integration of Pup-1 Locus using Molecular Markers. Paper presented at GCP Meeting, Johannesburg, South Africa.
- 68 Chin, Joong Hyoun, R. Gamuyao, C. Dalid, M. Bustamam, J. Prasetyono, S. Moeljopawiro, M. Wissuwa and Sigrid Heuer. 2011. Developing Rice with High Yield under Phosphorus Deficiency: Pup1 Sequence to Application. *Plant Physiology* 156: 1202-1216.

- 69 Moeljopawiro, S. 1999. Bioprospecting: Peluang, Potensi dan Tantangan. Buletin AgroBio 3(1): 1-7.
- 70 Hazel, L.N. 1943. The Genetic Bases for Constructing Selection Indexes. Genetics 28: 476-490.
- 71 Yu, J., G. Pressoir, W.H. Briggs, I.V. Bi, M. Yamasaki, J.F. Doebley, M.D. McMullen, B.S. Gaut, D.M. Nielsen, J.B. Holland, S. Kresovich, and E.S. Buckler. 2006. A Unified Mixed-Model Method for Association Mapping that Account for Multiple Levels of Relatedness. Nature Genetics 38: 203-208.
- 72 Breseghello, F. and M.E. Sorrells. 2006. Association Mapping of Kernel Size and Milling Quality in Wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Genetics 172:1165-1177.

DAFTAR KARYA TULIS ILMIAH

1. **Moeljopawiro, S.** 1973. Pengaruh Irradiasi Sinar Gamma (Co60) terhadap Pembungaan Kapas. Thesis Insinyur, Fakultas Pertanian UGM.
2. **Moeljopawiro, S.** and H. Ikehashi. 1981. Inheritance of Salt Tolerance in Rice. Euphytica 30: 291-300.
3. **Moeljopawiro, S.,** Feng H. Huang and Robert H. Dilday. 1984. Use of Peroxidase Isozymes for Variety Identification. Arkansas Farm Research 33(4): 7.
4. **Moeljopawiro, S.** 1987. Biotechnology: A Promise for Future Rice Varietal Improvement. Indonesian Agricultural Research & Development Journal 9: 19-23.
5. Sugiyarta, E. and **Moeljopawiro, S.** 1988. Identification of Peroxydase and Esterase Isoenzymes in Sugar Cane and Its Relatives. Media Penelitian Sukamandi 6: 36-43.

6. **Moeljopawiro, S.** 1989. Genotype-Environment Interaction of Nine Rice Promising Lines. *Indonesian Journal of Crop Science* 4: 1-8.
7. Sugiyarta, E., **S. Moeljopawiro**, S. Sastrowijono dan D. Allorerung. 1989. Pengaruh Berbagai Pelarut pada Ekstraksi Daun Tebu terhadap Resolusi Isoensim Peroksidase dalam Elektrophoresis (The Effect of Several Extractant for Leaf Cane Extraction on The Electrophoresis Resolution of Peroxidase Isoenzymes). *Bull. P3GI* 136: 1-42
8. **Moeljopawiro, S.** 1991. Peranan Bioteknologi Pertanian dalam Pembangunan Pertanian. Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional V: risalah, Jakarta, 3-7 Sep 1991.
9. Alnopri, Ridwan Setiamihardja, **Sugiono Moeljopawiro** dan Nani Hermiati. 1992. Kriteria Seleksi Berdasarkan Sifat Morfologi Tanaman. *Zuriat* 3(1):18-22
10. Dimiyati, Ahmad Harahap, Z. **Moeljopawiro**, S. Silitonga, T.S. 1993. Keanekaragaman Hayati sebagai Sumber Pangan dan Perbaikan Genetik Tanaman. Simposium Penelitian Tanaman Pangan III: Prosiding, Jakarta, 23-25 Agustus 1993.
11. Bustaman, Masdiar dan **Moeljopawiro, Sugiono**. 1993. Pemuliaan dan Biologi Molekuler. Simposium Penelitian Tanaman Pangan III: Prosiding, Jakarta, 23-25 Agustus 1993
12. **Moeljopawiro, S.** 1993. Sumbangan Biologi Molekuler dalam Pemuliaan Tanaman. *Biotan* 1: 3-5.
13. Sutrisno, D. W. Utami, A. Warsun, dan **S. Moeljopawiro**. 1993. Isoenzim Werengbatang Coklat, *Nilaparvata Lugens* Stal: I. Pola Elektroforetik Alfa Naftil Asetat Esterase Individual, hal. 16-21. *Dalam J. Soejitno et al. (red.). Risalah Hasil Penelitian Tanaman*

- Pangan No.5. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
14. **Moeljopawiro, S., M. Fagi, and Sutrisno.** 1994. Present Status and Future Prospect of Biotechnological Research for Food Crops Productions in Indonesia, pp. 24-31. Application of the New Technology to Agriculture. Proc. 9th. Asian Agric. Symp. Nov. 4-5, 1994.
 15. **Moeljopawiro, S. and I. Manwan.** 1995. Agricultural Biotechnology in Indonesia: New approach, Innovation and Challenges in D.W. Altman and K.N. Watanabe (Eds) Plant Biotechnology Transfer to Developing Countries. Academic Press, Inc.
 16. **Moeljopawiro, S., M. Yunus, and E. M. Septiningsih.** 1995. Detection of Genetic Variation with RAPD Markers Among Rice (*Oryza sativa* L). Makalah pada Second Conference on Agriculture Biotechnology. Jakarta.
 17. **Moeljopawiro, S. dan Masdiar Bustamam.** 1995. Pemuliaan dan Biologi Molekuler. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III, Jakarta/ Bogor 23-25 Agustus 1993.
 18. **Manwan, I., S. Brotonegoro, S. Moeljopawiro.** 1996. Needs for Biosafety Guidelines for Enhancing Agricultural Biotechnology Development. Proceedings of the 2nd Conference on Agricultural Biotechnology, Jakarta 13-15 June 1995.
 19. **Sutrisno, I.H. Somantri, T.Suhartini, S.Rianawati, Sustiprijatno, K.R. Trijatmiko, S. Moeljopawiro.** 1996. Progress in Identification of RFLP Markers for Rice Tolerance to Iron Toxicity in Indonesia. The 3rd Asia-Pacific Conference on Agricultural Biotechnology: Issues and Choises, 10-15 November 1996, Thailand. 10p.

20. **Moeljopawiro, S.** 1997. Pemanfaatan Bioteknologi secara Aman dan Legal. Prosiding Seminar Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia. Surabaya 12-14 Maret 1997.
21. **Moeljopawiro, S.** 1997. Biosafety and Regulation of GMFs in Indonesia. Proceedings of International Seminar on Release and Biosafety of Genetically Engineered Foods. Bogor 10-11 September 1997.
22. **Moeljopawiro, S.** 1998. Bioteknologi dan Keberlanjutan Produksi Pertanian. Prosiding Seminar Nasional Paradigma Dasar dan Inovasi Iptek Menyongsong Pertanian Abad Ke-21. Yogyakarta 24-25 Juli 1996.
23. **Moeljopawiro, S.** and E. Sukara. 1998. Agricultural Biotechnology in Indonesia in Environmental Impact Analysis of Transgenic Plants in the Asia Pasific Region.
24. **Moeljopawiro, S.,** G. Suharto and Suprahtomo. 1998. Regulations for Agricultural Products Derived from Biotechnology in Indonesia. Proceedings Workshop on Regulations for Agricultural Products Derived from Biotechnology. Singapore.
25. **Moeljopawiro, S.** 1998. Agricultural Research and Biotechnology: Priorities and The Challenges Ahead for Indonesia.
26. Bustamam, M. dan **S. Moeljopawiro.** 1998. Pemanfaatan Teknologi Sidik Jari DNA di Bidang Pertanian. Zuriat 11 (2): 77-90.
27. Yunus, M., H. Aswidinoor, B. Tjahjono, **S. Moeljopawiro** dan M. Bustamam. 1999. Studi Pautan Marka Molekuler dengan Gen xa-5, Gen Ketahanan terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri Pada Padi. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 18: 15-22.

28. Suardi, D. dan **S. Moeljopawiro**. 1999. Daya Tembus Akar sebagai Kriteria Seleksi Ketahanan Kekeringan pada Padi: I. Pengaruh Tingkat Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Media Campuran Parafin dan Vaseline terhadap Daya Tembus Akar. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 18:29-34.
29. Suardi, D. dan **S. Moeljopawiro**. 1999. Daya Tembus Akar sebagai Kriteria Seleksi Ketahanan Kekeringan pada Padi: I. Daya Tembus Akar Beberapa Galur/Varietas. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 18: 35-40.
30. **Sugiono Moeljopawiro** and Cesar Falconi. 1999. Agricultural Biotechnology Research Indicators: Indonesia. ISNAR Discussion Paper No. 99-07 April 1999.
31. **Moeljopawiro, S.** 1999. Managing Biotechnology in AARD, Indonesia: Priorities, Funding, and Implementation. In J.I. Cohen (Ed.), *Managing Agricultural Biotechnology: Addressing Research Program Needs and Policy Implications*. Addis Ababa, Ethiopia: ISNAR; Wallingford, UK: CABI Publishing.
32. **Moeljopawiro, Sugiono**. 1999. Bioteknologi untuk Peningkatan Hasil dan Stabilitas Hasil Tanaman Pangan. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV, Bogor, 22-24 Nov 1999.
33. **Moeljopawiro, S.** 1999. Bioprospecting: Peluang, Potensi dan Tantangan. Buletin AgroBio 3(1): 1-7.
34. Utami D.W., M.Amir dan **S. Moeljopawiro**. 2000. RFLP Analysis of Two Groups of Race and Haplotypes Blast (*Pyricularia grisea*, Sacc) Based on MGR 586 probe. Indonesian Journal of Agriculture Bioteknologi 5(1): 28-33.
35. **Moeljopawiro, S.** 2000. National Policy and Regulation. In Tzotzos, G.T. and K.G. Skyabin (Eds). 2000. Biotechnology in

- the Developing World and Countries in Economic Transition. CABI Publishing.
36. **Moeljopawiro, S., E.M. Septiningsih, and S.R. McCouch.** 2000. The Introgression of QTL from *Oryza rufipogon* to IR64. In Oono, K., T. Komatsuda, K. Kadowaki, and D. Vaughan (Eds). 2000. Integration of Biodiversity and Genome Technology for Crop Improvement. 2000 International Workshop Molecular Plant Breeding and Utilization of Genetic Resources. 28 November-1 December 2000. Tsukuba, Japan.
 37. Trijatmiko, K.R., H. Aswidinnoor, **S. Moeljopawiro**, dan D. Sopandie. 2001. Keterpautan marka RAPD dengan Sifat Daya Tembus Akar Tanaman Padi IRAT 112. J. Bioteknologi Pertanian 6(1): 29-35.
 38. **Moeljopawiro, Sugiono.** 2001. Penelitian dan Pengembangan serta Peraturan Tentang Produk Pertanian Hasil Rekayasa Genetika. Seminar Keanekaragaman Hayati dan Aplikasi Bioteknologi Pertanian: prosiding, Jakarta, 6 Mar 2001.
 39. **Moeljopawiro, S.** 2001. GMOs – Current Status and Regulatory Perspectives in Indonesia. Paper presented at the Asean Regional Biosafety Workshop Held in Santika Hotel, Jakarta 6-8 November 2001.
 40. S.R. McCouch, M.J. Thomson, E.M. Septiningsih, P. Moncada, J. Li, J. Xiao, S.N. Ahn, T. Tai, C. Martinez, A. McClung, X.H. Lai, **S. Moeljopawiro**, L.P. Yuan, H. P. Moon, E. Guimaraes, and J. Tohme. 2001. Wild QTLs for Rice Improvement. In Rockwood. W.G. (ed). 2001. Rice Research and production in the 21st century: symposium honoring Robert F. Chandler, Jr. Los Banos (Philippines): International Rice Research Institute.

41. Utami, D.W., **S. Moeljopawiro**, E.M. Septiningsih, H. Aswidinnoor, S.Sujiprihati. 2001. The Introgression of Blast (*Pyricularia grisea*, Sacc) Resistance Trait from Wild Rice Species *Oryza rufipogon* to IR 64. Indonesian Journal of Agriculture Bioteknology 6(2): 51-58.
42. **Moeljopawiro**, S. 2002 (a). Optimizing Selection for Yield using Selection Index. Zuriat 13: 37-45.
43. **Moeljopawiro**, S. 2002 (b). Genetic Relationships between Grain Types and Agronomic Traits in Rice. Zuriat 13: 46-62.
44. **Moeljopawiro Sugiono**. 2002. Bioteknologi untuk Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Padi. Makalah disampaikan pada Seminar IPTEK padi Pekan Padi Nasional di Sukamandi 22 Maret 2002.
45. Azrai, M., F. Kasim, Sutrisno dan **S. Moeljopawiro**. 2003. Identifikasi Lokus Karakter Kuantitatif Ketahanan Penyakit Bulai pada Jagung Menggunakan Marka RFLP. Jurnal Bioteknologi Pertanian 8(1): 8-14.
46. Prasetyono, J., Tasliah, H. Aswidinnoor, **S. Moeljopawiro**. 2003. Identifikasi Marka Mokrosatelit yang Terpaut dengan Sifat Toleransi terhadap Keracunan Aluminium pada Padi Persilangan Dupa x ITA131. Jurnal Bioteknologi Pertanian 8(2): 35-45.
47. Septiningsih, E.M., J. Prasetyono, E. Lubis, T.H. Tai, T. Tjubaryat, **S. Moeljopawiro**, and S. R. McCouch. 2003. Identification of Quantitative Trait Loci for Yield and Yield Components in An Advanced Backcross Population Derived from The *Oryza sativa* Variety IR64 and the Wild Relative *O. rufipogon*. Theoretical Applied Genetics 107: 1419-1432.

48. Bahagiawati AH, Sutrisno, Budihardjo S, Mulya K, Santoso S, Suharsono S, Rijzaani H, Juliantini E, Estiati A, **Moeljopawiro S**, Rahayu A, Saono S. 2003. Pembangunan Kemampuan di Bidang Bioteknologi dan Keamanan Hayati di Indonesia. Proyek National Biosafety Framework GEF-UNEP. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 52 hal.
49. Septiningsih, E.M., K.R. Trijatmiko, **S. Moeljopawiro**, and S.R. McCouch. 2003. Identification of Quantitative Trait Loci for Grain Quality in An Advanced Backcross Population Derived from The *Oryza sativa* variety IR64 and the Wild *O. rufipogon*. Theoretical Applied Genetics 107:1433-1441.
50. Utami D.W., H. Aswidinnoor, A. Setiawan, **S. Moeljopawiro**, E. Guhardja. 2004. Marker Assisted Selection (MAS) in the Introgression of Blast Resistant Genotypes from *Oryza rufipogon* into IR 64. 2004. Indonesian Breeding Journal, Zuriat 15(2):150-162.
51. Prasetyono, J., Hadiba, N.H., **Moeljopawiro, S.** 2004. Detection of Genetic Diversity Using RAPD Markers on Indonesian Elite Rice Varieties (*Oryza sativa*). Jurnal Penelitian Pertanian. 23(1): 39-49.
52. Utami D.W., A.D. Ambarwati, I Hanarida, **S. Moeljopawiro**. 2004. Biodiversity and conservation of Wild Relative Species of Rice. Philippines Biodiversity Journal Sylvatrop 14(1 & 2): 29-42.
53. Utami D.W., **S. Moeljopawiro**, H. Aswidinnoor, A. Setiawan. E. Guhardja. 2005. QTL Analysis of Blast (*Pyricularia Grisea*, Sacc) Resistance on Interspecific Population Between IR64 and *O. rufipogon*, Sacc. Indonesian Journal of Agriculture Biotechnology 10(1): 7-14.

54. Utami, D. W., **S. Moeljopawiro**, H. Aswidinnoor, A. Setiawan, dan I. Hanarida. 2005. Gen Pengendali Sifat Ketahanan Penyakit Blas (*Pyricularia grisea* Sacc.) pada Spesies Padi Liar *Oryza rufipogon* Griff. Dan Padi Budi Daya IR 64. J. AgroBiogen 1(1): 1-6.
55. **Moeljopawiro, S.** 2005. Current Status of Access and Benefit Sharing of Plant Genetic Resources in Indonesia. Paper presented at the Workshop on Recent Trends on Policy and Regulatory Systems on Access and Benefit Sharing of Plant Genetic Resources in Indonesia. 27-30 September 2005, Tokyo, Japan.
56. **Moeljopawiro, S.** 2005. Importance of Plant Variety Protection in Indonesia. Paper presented at APSA-UPOV Workshop on PVP in Asia. 6 November 2005, Shanghai, China.
57. Utami D. W., Hajrial Aswidinnoor, **Sugiono Moeljopawiro**, Ida Hanarida, Reflinur. 2006. Pewarisan Ketahanan Penyakit Blas (*Pyricularia Grisea* Sacc.) pada Persilangan Padi IR64 dengan *Oryza rufipogon* Griff. Hayati 13 (3): 107-112.
58. **Moeljopawiro, S.** 2006. Bioteknologi Pertanian dan Keberlanjutan Produksi Pangan: Perlunya Pengaturan. Dalam Bayu Krisnamurthi, Donny G Adian, Eko Wijayanto, Fransiska Rungkat-Zakaria, Gumilar R. Sumantri, Jaenal Aripin, Jusuf Sutanto, Kaman Nainggolan, Singgih Hawibowo, Yasraf A. Piliang, dan Zezen Zaenal Mutaqin (Eds). 2006. Revitalisasi Pertanian dan Dialog Peradaban. Penerbit Buku Kompas.
59. **Moeljopawiro, S.** 2006. Implementation of Plant Variety Protection in Indonesia. Paper presented at "All-Asian Plant Breeders' Rights Conference" organized by CIOFORA, 11-12 April 2006. Beijing, China.

60. **Moeljopawiro, S.** 2006. Managing Genetic Resources in Indonesia. Paper presented at the Joint Workshop on Plant and Other Genetic Resources Between JBA and Indonesian Counterparts, organized by Japan Bioindustry Association, Tokyo 19-23 June 2006.
61. McCouch SR, M Sweeney, J Li, H Jiang, M Thomson, E Septiningsih, J Edwards, P Moncada, J Xiao, A Garriss, T Tai, C Martinez, J Tohme, **M Sugiono**, A McClung, LP Yuan, SN Ahn (2007) Through the Genetic Bottleneck: *O. rufipogon* as a Source of Trait-Enhancing Alleles for *O. sativa*. *Euphytica* 154(3):317-339.
62. Santoso, A. Nasution, D.W. Utami, I. Hanarida, A.D. Ambarwati, **S. Moeljopawiro**, dan D. Tharreau. 2007. Variasi Genetik dan Spektrum Virulensi Patogen Blas pada Padi Asal Jawa Barat dan Sumatera. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 26(3): 150-155.
63. **Moeljopawiro, S.** 2007. Agricultural Policy in Indonesia Related to Fuel. Paper presented at the Agrochem Asia 2007: Fuelling Asia's Growing Food and Energy Needs. 25-26 June 2007, Sheraton Tower, Singapore.
64. Herman, M. dan **S. Moeljopawiro**. 2007. Pengaturan Keamanan Pangan Rekayasa Genetik. *Foodreview Indonesia* 2(5): 46-51.
65. **Moeljopawiro, S.** 2008. Perlindungan Varietas Tanaman, Kaitannya dengan Pengelolaan Plasma Nutfah dalam Pengembangan Varietas. *Komisi Nasional Plasma Nutfah*, Januari 13, 2008. Hal: 1-10.
66. **Moeljopawiro, S.** 2008. Use of Biotechnology in Crops Protection in Indonesia. Paper presented at the Asia Pacific Crop Protection Conference, organized by Pesticides Manufacturers

- & Formulators Association of India, 24-25 January 2008, Sheraton Subang Hotel and Towers, Selangor, Malaysia.
67. **Sugiono Moeljopawiro** and Suprahtomo. 2008. Current Policies and Legislation of Genetic Resources Management in Indonesia. In Moeljopawiro, S., M. Herman and M. Thohari, Eds. 2008. Managing Agricultural Genetic Resources. Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development.
 68. Utami D.W., **S. Moeljopawiro**, I. Hanarida and D. Thareau. 2008. Fine Mapping of Rice Blast QTL from *Oryza rufipogon* and IR-64 BY SNP Markers. SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 40(2) 105-115.
 69. Utami, D. W., **S. Moeljopawiro**, H. Aswidinnoor, A. Setiawan and I. Hanarida. 2008. Blast Resistance Genes in Wild Rice *Oryza rufipogon* and Rice Cultivar IR64. Indonesian Journal of Agric. 1(2): 71-76.
 70. Muhammad Herman, **Sugiono Moeljopawiro**, and Ika Mariska. 2008. The Application of Agricultural Biotechnology for Utilization and Conservation of Plant Genetic Resources. In Moeljopawiro, S., M. Herman, and M. Thohari, Eds. 2008. Managing Agricultural Genetic Resources. Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development.
 71. Koerniati S., Didi Suardi, **Sugiono Moeljopawiro** and Pieter B.F. Ouwkerk, 2008. Transactivator-Facilitated Enhancer Trap System for Rice Resistance to Drought. Paper presented at The 5th International Crop Science Conference, Korea, 2008.
 72. **Moeljopawiro, S.** 2009. GM Crops Development in Indonesia. Paper presented at the AgriBiotech & Crop Protection Markets, 16-17 November 2009, Kuala Lumpur, Malaysia.

73. Bustamam M., J. Prasetyono, I. H. Somantri, T. Suhartini, S. Abdulrahman, **S. Moeljopawiro**, S. Heuer, and Abdelbagi M. Ismail. 2009. Development of P-Deficiency Tolerant Indonesia Modern Upland Rice Varieties Using Marker Assisted Backcrossing. Paper presented at 6th Rice Genetic Symposium, Manila, Philippines.
74. Koerniati S., **S. Moeljopawiro**, Pieter B. F. Ouwerkerk. 2009. Transactivator-Facilitated Enhancer Trap (TAFET) Lines for Rice Resistant to Drought. Paper presented at 6th Rice Genetic Symposium, Manila, Philippines.
75. M. Bustamam, J. Prasetyono, I. H. Somantri, T. Suhartini, S. Abdulrahman, **S. Moeljopawiro**, and Abdelbagi M. Ismail. 2009. Enhancing Tolerance to P-Deficiency in Upland Rice Varieties by Integration of Pup-1 Locus Using Molecular Markers. Paper presented at GCP Meeting, Johannesburg, South Africa.
76. Saragih, Edwin S., Santun R.P. Sitorus, Harianto dan **Sugiono Moeljopawiro**. 2009. Analisis Kelayakan Ekonomi, Keberlanjutan Usaha Tani dan Faktor-faktor Penentu Adopsi Benih Jagung Transgenik di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi* 27(1):23-44.
77. **Moeljopawiro, S.** 2009. Implementation of ITPGRFA in Indonesia. Paper presented at RECSEA Meeting, Los Banos, Philippines.
78. **Moeljopawiro, S.** 2009. Planting of Transgenic Crop, Indonesian Experience. Paper presented at the International Symposium on Large Scale Planting of Transgenic Crops in Asia: Policy Issues, Scientific Advances, Regulatory Considerations and Economic benefits, 1-4 November 2009, Cold Spring Harbor Laboratory, Suzhou, China.

79. Saragih, Edwin S., Santun R.P. Sitorus, Harianto dan **Sugiono Moeljopawiro**. 2010. Analisis Regulasi dan Kebijakan Keamanan Hayati dan Peluang Keberhasilan Adopsi Benih Transgenik di Indonesia. *Jurnal AgroBiogen* 6(1): 40-48.
80. Ambarwati, A.D., I.H. Somantri, D.W. Utami, A. Apriana, and **S. Moeljopawiro**. 2009. Rice Anther Culture to Develop Double Haploid Population and Blast Resistant Lines. *Jurnal AgroBiogen* 6(2): 71-77.
81. **Moeljopawiro, S.** 2010. Marka Mikrosatelit Sebagai Alternatif Uji BUSS dalam Perlindungan Varietas Tanamam Padi. *Buletin Plasma Nutfah* 16(1): 1-7.
82. Dwinita W. Utami, A. Dinar Ambarwati, Aniversari Apriana, Atmitri Sisharmini, Ida Hanarida, dan **Sugiono Moeljopawiro**. 2010. Keragaan Sifat Tahan Penyakit Blas dan Agronomi Populasi Silang Balik dan Haploid Ganda Turunan IR64 dan *Oryza rufipogon*. *Buletin Plasma Nutfah* 16(2): 90-95.
83. Chin, Joong Hyoun, Rico Gamuyao, Cheryl Dalid, Masdiar Bustamam, Joko Prasetyono, **Sugiono Moeljopawiro**, Matthias Wissuwa, and Sigrid Heuer. 2011. Developing Rice with High Yield under Phosphorus Deficiency: Pup1 Sequence to Application. *Plant Physiology* 156: 1202-1216.
84. **Moeljopawiro, S.**, 2011. Genetic Resources Management in Indonesia. Paper presented at the Japan-Indonesia Workshop on Access and Benefit Sharing of Genetic Resources, 27 October 2011, Tokyo, Japan.

KEGIATAN PROFESI

1. 2008-sekarang: Wakil Ketua Tim Ahli Indikasi Geografis Kementerian Hukum dan HAM.
2. 2007-sekarang: Anggota Komisi Perlindungan Varietas Tanaman (Sejak 2010 sebagai Ketua Komisi Perlindungan Varietas Tanaman).
3. 2007-2009: Member of Ad Hoc Advisory Committee on Funding Strategy to the Governing Body of the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, representing Asia Region.
4. 2007-sekarang: Anggota Komisi Nasional Sumber Daya Genetik Kementerian Pertanian
5. 2006-2009: Vice Chairman of the Bureau of the Governing Body of the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, FAO, representing Asia Region.
6. 2003-Sekarang: Anggota Pokja Sumber Daya Genetik, Pengetahuan Tradisional dan Ekspresi Budaya Tradisional Kementerian Hukum dan HAM.
7. 2004 & 2005: Conducting a two week DUS Test Training Course for the DUS Examiner.
8. 2005: UPOV drafting team for the development of tropical vegetables and fruits technical guidelines in Singapore.
9. 2005. International steering committee pada 5th international rice genetics symposium 2005, Manila, Philippines.

10. 2004-2006: Drafting team for the Standard Material Transfer Agreement for the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.
11. 2004: UPOV drafting team for the development of tropical vegetables and fruits technical guidelines in Vietnam.
12. 2003-sekarang: Anggota Dewan Redaksi Buletin Agronomi, Institute Pertanian Bogor.
13. 2002-sekarang: Anggota Tim Penyusun Rancangan Undang-undang Pelestarian dan Pemanfaatan Sumber Daya Genetik kementerian Lingkungan Hidup.
14. 2000-2009: Ketua Dewan Redaksi Jurnal Bioteknologi Pertanian, Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian.
15. 2000. International steering committee pada seminar peresmian “ Dale Bumpers National Rice Research Center”, Stuttgart, Arkansas, USA.
16. 1999: Anggota Tim Penyusun SKB Empat Menteri Untuk keamanan Hayati dan Kamanan Pangan Produk Pertanian Hasil Rekayasa Genetik.
17. 1997-2005: Ketua Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia.
18. 1997-2006: Sekretaris Komisi Nasional Plasma Nutfah National Commission of Genetic Resources.
19. 1997-2005: Member of Biosafety and Food Safety Commission.
20. 1997-2000: Editor Jurnal Bioteknologi Pertanian, Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian.
21. 1997. International steering committee pada 5th international plant molecular biology congress 1997, Singapore.

22. 1994-1997: Team Leader for the development of Biosafety Guidelines.
23. 1994-2002: Editor Jurnal Penelitian Pertanian Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
24. 1991-1997: Secretary of the Indonesian Society of Agricultural Biotechnology.
25. 1990-2006: Anggota Tim Penyusun rancangan undang-undang Sistem Budidaya Tanaman (1992), Rancangan undang-undang Perlindungan Varietas Tanaman (2000), dan aksesori the International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (2006).
26. 1990-2005: Anggota dari International Society of Plant Molecular Biology,
27. 1984-sekarang: anggota Crop Science Society of America

KEGIATAN LAIN

1. Membimbing Mahasiswa S2 dan S3 pada Sekolah Pasca Sarjana UGM, UNPAD dan IPB
2. Mengajar pada Sekolah Pasca Sarjana Hukum, tentang Kekayaan Intelektual
3. 1986-1989 mengajar pada Sekolah Pasca Sarjana UNPAD

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Keterangan Pribadi

1. Nama Lengkap : Ir. Sugiono Moeljopawiro, M.Sc., Ph.D
2. Tempat/Tanggal Lahir : Yogyakarta, 25 Nopember 1947
3. Anak Ke : 5 dari 12 bersaudara
4. Nama Ayah Kandung : R. Moeljopawiro BKS
5. Nama Ibu Kandung : Hj. Sumirah
6. Nama Isteri : Asseta Sugiono
7. Jumlah Anak : Dua Orang
8. Nama Putra : Aditya Anggoro Adhie
Shanti Resmi Anggari
9. Nama Instansi : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian
10. Judul Orasi : Dukungan Pemuliaan Molekuler dan Sumber Daya Genetik dalam Meningkatkan Produksi Padi
11. Bidang Kepakaran : Bioteknologi/Pemuliaan Molekuler Tanaman
12. Nomor SK Pangkat IVE : No. 44/K tahun 2010
Tanggal 15-7-2010, TMT: 1-4-2010
13. Nomor SK Fungsional : No. 17/M tahun 2009
Tanggal 23-11-2009, TMT: 1-11-2008

B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ Perguruan Tinggi	Tempat/ Kota	Tahun Lulus
1.	SD	SR Netral	Yogyakarta	1960
2.	SMP	SMP Neg 2	Yogyakarta	1963
3.	SMA	SMA Neg 3	Yogyakarta	1966
4.	S1	Fak Pertanian UGM	Yogyakarta	1973
5.	S2	UP Los Banos	Los Banos, Filipina	1979
6.	S3	Univ. of Arkansas	Fayetteville, AR, USA	1985

C. Riwayat Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Asisten Peneliti Madya	1987
2.	Ajun Peneliti Madya	1989
3.	Peneliti Muda	1994
4.	Peneliti Madya	1999
5.	Ahli Peneliti Madya	2003
6.	Peneliti Utama	2008

D. Jabatan Non Struktural/Struktural

No. Tahun	Nama Jabatan	Nama Instansi
1. 1987-1989	Koordinator Sub-program Padi Tadah Hujan	Puslitbangtan
2. 1989-1995	Ketua Kelti Bioteknologi	Puslitbangtan
3. 1995-1999	Ketua Kelti Biologi Molekuler	Balitbio
4. 1999-2002	Ka Balitbio	Balitbio
5. 2002-2005	Ka Pusat PVT	Pusat PVT
6. 1993-2006	Anggota Komisi Nasional Plasma Nutfah	Deptan
7. 2004-Sek.	Tim RUU-PPSDG	KLH
7, 2006-Sek.	Anggota Komisi Nasional SDG	Deptan/Kemtan
8. 2006-2009	Vice-Chair Bureau of the Governing Body of ITPGRFA mewakili Asia	ITPGRFA/FAO
9. 2008-2013	Wakil Ketua Tim Ahli IG	Kem Huk HAM
10. 2010-Sek.	Ketua Komisi PVT	Deptan/Kemtan

E. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi	Jumlah
1.	Penulis tunggal	31
2.	Penulis bersama	53
Total		84

No.	Bahasa	Jumlah
1.	Publikasi ilmiah ditulis dalam bhs Indonesia	32
2.	Publikasi ilmiah ditulis dalam bhs Inggris	52
Total		84

F. Tanda Penghargaan

Nama/Jenis Penghargaan	Tahun Perolehan	Pejabat/ Instansi yang memberikan
Satyalancana Karya Satya XX Tahun	2004	Presiden RI
Satyalancana Karya Satya XXX Tahun	2005	Presiden RI
Pengembangan Kelembagaan PVT	2007	Presiden RI

ISBN: 978-602-9462-11-1

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian

Jl. Ragunan No. 29 Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12540
www.litbang.deptan.go.id