

INOVASI TEKNOLOGI PUPUK HAYATI MENDUKUNG PENGEMBANGAN PERTANIAN BIOINDUSTRI



**OLEH:
RASTI SARASWATI**

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 17 JULI 2014**



KEMENTERIAN
PERTANIAN

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG MIKROBIOLOGI TANAH
(KESUBURAN TANAH DAN
BIOLOGI TANAH)**



LIPI

INOVASI TEKNOLOGI PUPUK HAYATI MENDUKUNG PENGEMBANGAN PERTANIAN BIOINDUSTRI

**OLEH:
RASTI SARASWATI**

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 17 JULI 2014**

Cetakan 2014

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

@Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014

Katalog dalam Terbitan (KDT)

SARASWATI, R

Inovasi teknologi pupuk hayati mendukung pengembangan pertanian bioindustri/Rasti Saraswati.--Jakarta:IAARD Press, 2014

ix, 55 hlm.: ill.; 21 cm

631.86

1. Pupuk Hayati 2. Inovasi teknologi 3. Pertanian bioindustri
I. Judul

ISBN 978-602-1520-82-6

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jln. Ragunan 29, Pasarminggu, Jakarta 12540

Telp.: + 62 21 7806202, Faks.: 62 21 7800644

Alamat Redaksi

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian

Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122

Telp.: + 62 251 8321746, Faks.: +62 251 8326561

email: iaardpress@litbang.deptan.go.id

Anggota IKAPI No. 445/DKI/2012

RIWAYAT HIDUP



Rasti Saraswati dilahirkan di Jakarta pada 23 Juni 1954, anak pertama dari tiga bersaudara dari ibu RA Olga Soerjati Winangoen dan Bapak RM Imam Soetopo (alm). Menikah dengan Drs. Uway Warsita Mahyar pada tahun 1982, dikaruniai satu orang puteri, dr Adisresti Diwyacitta.

Menamatkan SD Budi Waloejo dan SMP Yaspermap di Jakarta tahun 1962 dan 1970, dan SMA Regina Pacis di Bogor pada 1973. Memperoleh gelar Sarjana Biologi tahun 1980 pada Jurusan Biologi, FAMIPA Universitas Padjadjaran, Bandung. Memperoleh gelar Magister Sains dan Doktor Mikrobiologi Tanah dari Institut Pertanian Bogor tahun 1986 dan Universitas Kyoto, Jepang, 1992.

Mengikuti berbagai pelatihan, antara lain Root Nodule Bacteria Identification dan Nitrogen Fixation on Soybean (Jepang, 1988), Rhizobium Quality Control (Canada, 1996), Construction of Gus Marked Bradyrhizobium (Jepang, 1997), Identification of Indonesian Actinomycetes Based on Their 16S rDNA Sequences (Jepang, 2000), dan Identification of Potential Microorganisms in Wheat Ecosystem (USA, 2002).

Meniti karier peneliti mulai tahun 1980 pada Kelompok Peneliti Fisiologi, LP3 Bogor. Tahun 2000-2003 sebagai Ketua Kelompok Mikrobiologi dan Teknologi Proses pada BB Biogen, dan tahun 2003 bergabung ke Balai Penelitian Tanah, sebagai Ketua Kelompok Peneliti Biologi Tanah hingga tahun 2008.

Jabatan fungsional diawali dari Asisten Peneliti pada 1988, Ajun Peneliti (1990), Peneliti (1996), Ahli Peneliti Muda (2003), dan Ahli Peneliti Utama (2005). Peneliti Utama golongan IV/d diraih pada 2008 dan Peneliti Utama Golongan IV/e pada 2011.

Menghasilkan 94 karya tulis ilmiah yang ditulis sendiri maupun dengan peneliti lain dalam bentuk buku, jurnal, dan prosiding.

Menghasilkan beberapa teknologi pupuk hayati, antara lain RhizoPlus, yang merupakan titik awal dalam menekuni penelitian bioproses. Teknologi ini memperoleh Hak Paten. Hak Paten lainnya adalah BioPhos dan Emas, dan Rahasia Dagang pada Mikroflora Tanah Multiguna.

Memperoleh Penghargaan Kalyana Kretya Utama dari Menteri Riset dan Teknologi pada 10 Agustus 1998 atas hasil karya penelitian di bidang pertanian dan agroindustri dan tanda kehormatan Satyalancana Wirakarya dari Presiden Republik Indonesia pada 21 Agustus 1998 di Jakarta.

Keanggotaan dalam organisasi profesi adalah pada Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Perhimpunan Ilmu Tanah Indonesia, Dewan Redaksi Jurnal Mikrobiologi Indonesia, Anggota Kelompok Kerja Plasma Nutfah Mikroba, Anggota Tim Teknis Keamanan Hayati Indonesia, dan Anggota Tim Pengembangan Pupuk Hayati. Pada 2009-2010 bersama tim pupuk Balai Penelitian Tanah mempersiapkan baku mutu pupuk hayati untuk Permentan 28/SR130/2009 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.

Pembinaan Kader Ilmiah sebagai Tenaga Pengajar di Jurusan Bioteknologi Tanah dan Lingkungan Hidup, Institut Pertanian Bogor sejak 2010, pembimbing skripsi, tesis dan disertasi IPB, UI, UGM, Unpad. Pada tahun 2008-2010 diperbantukan sebagai tenaga ahli di bidang bioteknologi mikroba pada BUMN Pupuk PT Petrokimia Gresik (Persero).

DAFTAR ISI

RIWAYAT HIDUP	iii
DAFTAR ISI	v
PRAKATA PENGUKUHAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PUPUK HAYATI ..	2
2.1. Teknologi Pupuk Hayati Tunggal	3
2.2. Teknologi Pupuk Hayati Majemuk Multifungsi	3
III. PERAN PUPUK HAYATI DALAM PERTANIAN BIOINDUSTRI	4
3.1. Penyedia Hara dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan	4
3.2. Perbaikan Pertumbuhan dan Perlindungan Tanaman ..	6
3.3. Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah Bahan Organik ..	6
3.4. Pemulihan Pencemaran Lahan (Bioeremediasi)	8
3.5. Peningkatan Produktivitas Tanah dalam Sistem Produksi Pertanian	9
IV. INOVASI TEKNOLOGI PUPUK HAYATI UNTUK MENINGKATKAN KESUBURAN TANAH	10
4.1. Pupuk Hayati Penyedia Hara	10
4.2. Pupuk Hayati Perombak Bahan Organik	13
4.3. Pupuk Hayati Pemacu Tumbuh dan Pengendali Hama dan Penyakit	14
4.4. Pupuk Hayati Pengakumulasi Logam Berat	14
V. PROSPEK DAN KENDALA PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PUPUK HAYATI	15
5.1. Prospek	15
5.2. Kendala	16

VI. ARAH, SASARAN, DAN STRATEGI	
PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PUPUK HAYATI ..	17
6.1. Arah	17
6.2. Sasaran	17
6.3. Strategi	18
VII. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN	18
7.1. Kesimpulan	18
7.2. Implikasi Kebijakan	19
VIII. PENUTUP	20
UCAPAN TERIMA KASIH	21
DAFTAR PUSTAKA	24
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH	31

PRAKATA PENGUKUHAN

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Salam sejahtera bagi kita semua

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke Hadirat Allah SWT atas limpahan Rakhmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua, dan hanya atas izin-Nya juga kita pada hari ini dapat berkumpul di ruangan ini dalam prosesi pengukuhan Profesor Riset Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.

Pada kesempatan ini yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati perkenalkan saya menyampaikan orasi ilmiah di bidang Biologi dan Kesuburan Tanah dengan judul:

INOVASI TEKNOLOGI PUPUK HAYATI MENDUKUNG PENGEMBANGAN PERTANIAN BIOINDUSTRI

I. PENDAHULUAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Pembangunan pertanian ke depan semakin berat dan kompleks. Degradasi sumber daya lahan pertanian, dan alih fungsi lahan produktif masih terus berlangsung. Perubahan iklim memperparah permasalahan ini, dan memperumit pemanfaatan lahan suboptimal. Kondisi ini semua memerlukan penanganan khusus agar tidak menjadi ancaman bagi keberlanjutan sistem produksi pertanian. Meski demikian, pemerintah tetap optimistis dan terus berupaya memecahkan masalah dan kendala tersebut. Pemerintah mengintroduksi Strategi Induk Pembangunan Pertanian 2013-2045. Salah satu dari strategi ini adalah penerapan konsep pembangunan ‘Pertanian Bioindustri Berkelanjutan’.

Pendekatan yang ditempuh dalam pembangunan pertanian bioindustri berkelanjutan adalah mengelola dan memanfaatkan seluruh sumber daya hayati secara optimal dan harmonis, termasuk pengelolaan dan pemanfaatan biomassa dan/atau limbah organik pertanian. Dalam implementasinya, pertanian bioindustri memanfaatkan seluruh faktor produksi untuk menghasilkan pangan dan produk lain yang lebih bernilai ekonomi dan aman dikonsumsi dengan menerapkan prinsip *biorefinery*.¹

Salah satu faktor produksi yang penting adalah sumber daya hayati mikroorganisme tanah. Sumber daya ini berperan penting dalam memperbaiki biologi, fisika, dan kimia tanah.² Mikroorganisme ini yang mampu menyediakan hara bagi tanaman, mengendalikan hama dan penyakit, meningkatkan produktivitas lahan, dan memulihkan lahan yang terdegradasi.

Sejak revolusi hijau dicanangkan, pupuk anorganik masih terus digunakan hingga saat ini. Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus tanpa diimbangi oleh penggunaan pupuk hayati dan/atau pupuk organik memberikan kontribusi nyata terhadap penurunan kualitas tanah. Biota tanah rusak dan kesuburan tanah menurun. Kondisi ini telah berlangsung lebih dari empat dekade sehingga berdampak terhadap rendahnya efisiensi pemupukan dan mengurangi keuntungan usahatani. Oleh karena itu, pengembangan pupuk hayati sangat diperlukan sebagai komponen teknologi strategis dalam pembangunan pertanian bioindustri berkelanjutan.

Dalam orasi ilmiah ini diuraikan berbagai inovasi teknologi pupuk hayati dalam mendukung pengembangan pertanian bioindustri.

II. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PUPUK HAYATI

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Pengembangan pupuk hayati bermula dari penelitian Winogradsky, ahli mikrobiologi pertanian berkebangsaan Rusia, yang pada tahun 1889 menemukan bakteri autotrof, bakteri belerang yang dapat tumbuh pada lingkungan belerang, mengoksidasi belerang anorganik. Beijerinck warga negara Belanda pada tahun 1890 menemukan bakteri penambat nitrogen nonsimbiotik dan simbiotik. Bakteri ini mampu merubah gas N_2 menjadi nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman. Boussingault, ilmuwan Perancis, pada tahun 1980an berhasil mengisolasi *Rhizobium* dari bintil akar kedelai, dan melaporkan bahwa tanaman legum memiliki kemampuan yang lebih baik menambat nitrogen daripada tanaman sereal.³

Penemuan-penemuan tersebut merupakan awal dari munculnya pemikiran dalam pemanfaatan mikroorganisme tanah sebagai pupuk hayati dalam upaya perbaikan pertumbuhan dan peningkatan produksi tanaman budi daya. Melalui berbagai penelitian yang didukung oleh perkembangan berbagai cabang ilmu pengetahuan *bioscience* yang sangat pesat, sekarang telah tersedia berbagai teknologi pupuk hayati tunggal maupun majemuk multifungsi.

2.1. Teknologi Pupuk Hayati Tunggal

Teknologi pupuk hayati tunggal yang mengandung satu jenis mikroba dengan satu fungsi telah dikembangkan sejak 1980-an dengan memanfaatkan *Rhizobium*. Simbiosis *Rhizobium*-kedelai mampu menyediakan hara nitrogen bagi tanaman inangnya. Pengembangan inokulan *Rhizobium* dalam budi daya tanaman diawali dengan diproduksinya Nitragin di Amerika Serikat, yang kemudian diikuti oleh negara berkembang, antara lain Thailand, Filipina, dan Indonesia.

Pada tahun 1984, Indonesia telah memanfaatkan inokulan *Rhizobium* dalam program intensifikasi kedelai. Upaya pengembangan pupuk hayati tunggal *Rhizobium*-kedelai secara luas dipertegas oleh Departemen Pertanian melalui Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dengan Surat Keputusan No. I.A.5.84.5 pada 17 Januari 1984 tentang baku mutu pupuk hayati tunggal, yang kemudian dipertegas lagi dengan Surat Keputusan No. I.HK.050.91.7A pada 12 Maret 1991.

2.2. Teknologi Pupuk Hayati Majemuk Multifungsi

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi mikrobiologi telah mendorong pengembangan teknologi pupuk hayati tunggal menjadi pupuk hayati majemuk multifungsi. Teknologi pupuk hayati majemuk

multifungsi mengandung beberapa jenis mikroba dengan berbagai fungsi, seperti konsorsia bakteri penambat N_2 dan pelarut P.

Badan Litbang Pertanian sejak 1995 telah menghasilkan dan mengembangkan lebih dari 20 jenis pupuk hayati majemuk multifungsi, diantaranya Pupuk Mikroba Multiguna (PMMg) RhizoPlus, Mikroflora Tanah Multiguna (MTM) Nodulin, BioNutrient, dan MDec, dan lain-lain.⁴ Selain itu terdapat puluhan calon pupuk hayati yang masih dalam proses pengujian.

Berbagai bentuk pupuk hayati majemuk telah berkembang hingga saat ini, seperti cair, tepung, granul, tablet, dan manik-manik dengan kualitas yang beragam, bergantung pada jenis mikroba, tanaman, dan kondisi lingkungan.

III. PERAN PUPUK HAYATI DALAM PERTANIAN BIOINDUSTRI

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Peran pupuk hayati dalam pengembangan pertanian bioindustri meliputi: (1) penyediaan hara dan peningkatan efisiensi pemupukan, (2) perbaikan pertumbuhan dan perlindungan tanaman, (3) pengelolaan residu bahan organik bagi penyediaan hara dan bioenergi, (4) pemulihan lahan yang tercemar logam berat, dan (5) peningkatan produktivitas tanah dalam sistem produksi pertanian.

3.1. Penyedia Hara dan Peningkatan Efisiensi Pemupukan

Peran pupuk hayati dalam menyediakan hara dan meningkatkan efisiensi pemupukan berkaitan dengan kemampuannya dalam

menambat N₂ (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Beijerinckia*, dan lain-lain), melarutkan P terikat menjadi tersedia (*Bacillus*, *Pseudomonas*, dan lain-lain), dan mengurai bahan organik, dan membentuk humus pada area pengomposan (*Aspergillus*, *Trichoderma*, dan lain-lain).

Aktivitas mikroorganisme tanah: mikroflora, dan fauna saling mendukung keberlangsungan siklus hara dan proses biofisika-kimiawi tanah. Secara teknis, aktivitas mikroorganisme tanah membantu proses nitrifikasi pupuk amonia, produksi enzim fosfatase sebagai katalisis hidrolisis pupuk P, produksi enzim urease sebagai katalisis hidrolisis urea dalam memproduksi amonium karbonat, dan proses reduksi berbagai sistem redoks dalam kondisi tanah tergenang, meskipun perubahan struktur komunitasnya lebih banyak terkait dengan konsentrasi oksigen dan ketersediaan bahan organik.⁵⁻⁷

Pupuk hayati telah dimanfaatkan di banyak negara. Pemanfaatan *Azotobacter* pada lahan sawah menghasilkan 10-15 kg N/ha, konsorsia *Azospirillum sp.*, *Pseudomonas sp.*, dan *Zoogloea sp.* menyumbang 46 kg N/ha atau 30% dari kebutuhan N, simbiosis Sianobakter dengan *Azolla-Anabaena* menghasilkan 20-100 kg N/ha/musim, dan *Rhizobium* pada lahan kering masam Ultisol Lampung menyumbang 63,2 kg N/ha atau 45,4% dari kebutuhan N.⁸⁻¹³ *Azorhizobium caulinodans* (bakteri bintil batang) pada tanaman *Sesbania rostrata* di lahan sawah mampu menghasilkan biomassa kering 16,8 t/ha selama 13 minggu dan menyumbang 426 kg N/ha, 75% N dan >60% P diantaranya terakumulasi pada daun. Pemberian hijauan *S. rostrata* setara 45 kg N/ha dan pupuk urea dengan dosis 60 kg N/ha meningkatkan hasil padi 24%.^{14,15}

3.2. Perbaikan Pertumbuhan dan Perlindungan Tanaman

Penggunaan pestisida secara terus-menerus untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman mendorong penurunan populasi Rizobakteria Pemacu Tumbuh Tanaman (RPTT) pada lingkungan akar, sehingga tanaman mudah terinfeksi patogen.^{16,17} Kemampuannya dalam menghasilkan metabolik sekunder berupa siderofor, antibiotik, HCN, dan enzim ekstraseluler menjadikan RPTT potensial sebagai komponen pengendali hayati.^{18,19}

Beberapa strain *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp. mampu menambat N₂, melarutkan P yang terikat, menginduksi ketahanan tanaman, mengendalikan patogen, dan memulihkan keracunan logam berat di tanah.^{10,20-22} Pemberian RPTT pada tanaman teh mengurangi penggunaan pestisida 45-75% dan meningkatkan produksi 13-30%. Pada tanaman tebu, pemberian RPTT meningkatkan produksi gula sebesar 16%, pada tanaman vanili menekan perkembangan penyakit yang disebabkan oleh *Foxysporum* sp. f. *vanillae* sebesar 70% dan meningkatkan produksi 50%.²³⁻²⁴ Pada tanaman tembakau, pemberian RPTT menekan infeksi Tobacco Mozaic Virus 30-40% dan meningkatkan pertumbuhan akar 20-30%.²⁵

3.3. Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah Bahan Organik

Pengelolaan limbah bahan organik merupakan bagian dalam pengelolaan hara terpadu dan pertanian bioindustri. Peningkatan siklus hara di tanah dipengaruhi oleh ketersediaan bahan organik tanah. Limbah tanaman yang jumlahnya cukup besar merupakan sumber bahan organik yang sangat potensial bagi penyediaan pupuk organik hayati untuk perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, dan energi biogas. Penambahan substrat C meningkatkan kandungan C-organik, populasi mikroba, dan aktivitas enzim (hidrolase, urease, protease, phosphatase, β -glucosidase) dalam tanah.^{26,27}

3.3.1. Pupuk organik hayati

Pemanfaatan mikroba perombak bahan organik dalam mempercepat proses dekomposisi bahan organik berserat lignoselulose secara aerob meningkatkan biomass tanaman dan aktivitas mikroba tanah, menekan perkembangan penyakit tanaman, larva insek, biji gulma, dan volume bahan buangan.²⁸

Pupuk organik yang diperkaya dengan mikroba dikenal sebagai pupuk organik hayati (*organic biofertilizer*). Penambahan bakteri penambat N_2 dan mikroba pelarut P akan meningkatkan kualitas pupuk organik setara dengan penambahan N dan P dari hewan dan tumbuhan.²⁸ Dari uji keefektifan pupuk organik hayati pada tanaman caisim dengan dosis pupuk anorganik sesuai rekomendasi diketahui meningkatkan hasil 12%, sedangkan dengan 0,5 rekomendasi mampu meningkatkan hasil 68%.

3.3.2. Energi biogas

Pemanfaatan mikroba perombak bahan organik dalam mempercepat proses dekomposisi kotoran ternak secara anaerob akan menghasilkan biogas, salah satu sumber energi terbarukan.

BBP Mekanisasi Pertanian mengembangkan *digester* skala kecil dengan kapasitas 18 m³ dan menghasilkan biogas 6 m³/hari dengan kandungan CH₄ 77%. Biogas yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai sumber energi kompor gas dan lampu penerang.²⁹

3.4. Pemulihan Pencemaran Lahan (Bioremediasi)

Pencemaran lahan dapat merusak kualitas lingkungan yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Tanah yang terkontaminasi bahan agrokimia beracun dapat dipulihkan dengan mikroba pengakumulasi logam berat dan pendegradasi xenobiotik yang mampu mengubah senyawa kimia kompleks berbahaya menjadi tidak berbahaya, sehingga kualitas lahan meningkat.³⁰

3.4.1. Bioremediasi logam berat

Pencemaran logam berat telah terjadi di beberapa negara. Di Jepang, misalnya, tercemarnya perairan Minamata disebabkan oleh metil Hg dari limbah pabrik Polivinil Asetat (PVA), dan peristiwa itai-itai akibat pencemaran Cd dari pabrik cat yang menggunakan Cd sebagai salah satu bahan aktifnya.

Belakangan, bioremediasi logam berat telah menjadi perhatian para ilmuwan dan diaplikasikan di bidang industri. Mikroorganisme pengakumulasi logam berat merupakan bioremediator ampuh untuk memindahkan atau menghilangkan berbagai jenis logam melalui mekanisme serapan secara aktif atau pasif.

3.4.2. Bioremediasi senyawa xenobiotik

Kasus di Irak pada tahun 1971 yang memakan korban 400an jiwa merupakan kesalahan dalam penggunaan bibit gandum yang telah diberi fungisida.

Bioremediasi senyawa xenobiotik pada lahan pertanian akibat pemakaian pestisida yang berlebihan mendapat perhatian khusus mengingat potensi kerusakan lingkungan yang dapat ditimbulkan. Insektisida organofosfat paling banyak digunakan di seluruh dunia dan sering menyebabkan keracunan pada manusia.

Beberapa mikroorganisme hidup dalam sayuran sebagai residen permanen, namun belum diketahui kemampuannya mendegradasi senyawa pestisida. Residu pestisida endosulfan pada kubis ditemukan rata-rata 37,4 ppb, pada wortel 10,6 ppb, dan profenos pada tomat 7,9 ppb.³¹

3.5. Peningkatan Produktivitas Tanah dalam Sistem Produksi Pertanian

Pengetahuan tentang mikroorganisme tanah dalam menjalankan fungsi ekologis dan kemampuan aplikasinya diperlukan bagi upaya peningkatan produktivitas tanah. Sejumlah komunitas mikroorganisme dalam tanah yang mampu meningkatkan ketersediaan hara melalui penambatan N₂, pelarutan P, perombakan bahan organik, pemacu pertumbuhan dan pengendali penyakit tanaman merupakan faktor penting bagi keberlanjutan sistem produksi pertanian. Kerusakan tanah akan mempengaruhi fungsi dan struktur komunitas mikroba.³²

Populasi mikroba tanah merupakan salah satu indikator pertanian ramah lingkungan, dan berperan penting dalam menentukan indeks kualitas tanah. Semakin tinggi populasi mikroba tanah, semakin tinggi aktivitas biokimia dalam tanah dan indeks kualitas tanah.

Di beberapa negara seperti India, Thailand, Jepang, Cina, Brazil, Taiwan, dan negara lainnya, penggunaan pupuk hayati lebih diutamakan daripada pupuk anorganik karena bermanfaat bagi tanaman dan tidak merusak lingkungan.

IV. INOVASI TEKNOLOGI PUPUK HAYATI UNTUK MENINGKATKAN KESUBURAN TANAH

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Keefektifan pupuk hayati ditentukan oleh fungsi dan teknik aplikasinya di lapangan. Ditinjau dari fungsinya, teknologi pupuk hayati yang telah dihasilkan dapat dibedakan menjadi pupuk hayati penyedia hara, perombak bahan organik, pemacu tumbuh dan pengendali hama dan penyakit, dan pengakumulasi logam berat.

4.1. Pupuk Hayati Penyedia Hara

Pupuk hayati penyedia hara yang sudah dihasilkan terdiri atas pupuk mikroba multiguna RhizoPlus, pelarut fosfat BioPhos, pemantap agregat tanah Emas, mikroflora tanah multiguna BioNutrient, Nodulin, Mdec, dan DSA

4.1.1. Pupuk Mikroba Multiguna, RhizoPlus

RhizoPlus adalah pupuk hayati untuk tanaman kedelai yang mengandung konsorsia *Rhizobium* dan bakteri pelarut fosfat yang dapat hidup sinergis dalam satu media berupa pupuk hayati berkualitas unggul (Hak Paten). Kedua mikroba dapat tetap hidup rukun dengan keefektifan tinggi meski dalam kondisi kritis. RhizoPlus mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N dan P sekaligus.³³⁻³⁵

Penelitian dan pengembangan RhizoPlus-kedelai menghasilkan *Pilot Plant* Teknologi Produksi dan laboratorium *quality control*, Hak Paten, penghargaan Kalyanakretya Utama dari Menteri Riset dan Teknologi (10 Agustus 1998), dan Satyalencana Wirakarya dari

Presiden Republik Indonesia (21 Agustus 1998). Teknologi RhizoPlus telah dilisensi oleh mitra swasta nasional dan dikomersialisasi sejak 1998 dengan kapasitas pabrik 7,5 juta sachet/tahun.

Aplikasi komersial RhizoPlus telah dilakukan sejak 1997/98 melalui proyek pengembangan kedelai P2RTPH di 24 provinsi dengan luas area 273.013 ha. Penggunaan RhizoPlus di sembilan provinsi pada tahun 1997/98 mampu meningkatkan hasil kedelai 5-45%, dengan penghematan pupuk N hingga 100% dan P hingga 50% dari dosis rekomendasi.^{33,36}

Perbaikan kualitas inoculan, mulai dari teknologi formulasi, proses produksi mutakhir untuk meningkatkan ketahanan hidup mikroba dalam mendukung *delivery system*, seperti imobilisasi mikroba dengan teknik enkapsulasi mikroba, baik makroenkapsulasi dengan manik-manik alginat maupun mikroenkapsulasi dengan matriks polimer, hingga teknologi aplikasi pupuk hayati melalui teknik inokulasi benih dan *matricconditioning* telah berhasil dilakukan untuk meningkatkan efektivitas pupuk hayati. Mikroenkapsulasi *Rhizobium* mampu menekan kontaminasi dan meningkatkan ketahanan hidup mikroba multiguna RhizoPlus.^{37,38}

4.1.2. Pupuk Mikroba Pelarut Fosfat, BioPhos

Pupuk mikroba BioPhos dirakit untuk meningkatkan kelarutan P terikat, baik dari tanah maupun pupuk P, sebagai fasilitator penyerapan hara, dan berguna meningkatkan efisiensi pemupukan, khususnya P (Hak Paten).

Mikroba yang digunakan bersifat spesifik dengan daya adaptasi luas dapat digunakan pada lahan bukaan baru, lahan kering masam, dan lahan sawah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan

BioPhos pada lahan kering masam dapat menekan kebutuhan pupuk P sampai 60%.³⁹ Teknologi ini telah dilisensi oleh mitra swasta nasional untuk periode lima tahun (2007-2013).

4.1.3. Pupuk Hayati Pemantap Agregat Tanah, Emas

Kerjasama penelitian dengan Unit Penelitian Bioteknologi Perkebunan telah menghasilkan pupuk hayati pemantap agregat tanah yang diberi nama Emas (Hak Paten).

Pemberian pupuk hayati Emas pada tanaman perkebunan menghemat penggunaan pupuk anorganik hingga 25% dengan nilai penghematan 44% pada kelapa sawit, 39% pada kakao, 36% pada karet, dan 32% pada teh. Penggunaan pupuk hayati Emas pada pembibitan dan tanaman kakao dewasa menurunkan kebutuhan pupuk NPK sampai 50% dari dosis anjuran. Teknologi ini telah dilisensi oleh mitra swasta nasional sejak 2001.

4.1.4. Pupuk Mikroflora Tanah Multiguna, BioNutrient

BioNutrient berfungsi memacu pertumbuhan dan melindungi tanaman dari penyakit tular tanah, meningkatkan ketersediaan hara, efisiensi pemupukan, dan kesuburan tanah. Teknologi ini memanfaatkan bakteri *diazotrofoendofitik* pemacu tumbuh dan pengendali penyakit yang mampu berkolonisasi pada apoplas yang kaya sumber karbon yang diperlukan dalam proses penambatan N_2 .^{40,41} Kemampuan tumbuhnya pada kondisi kandungan O_2 rendah sangat penting untuk ekspresi dan aktivitas enzim nitrogenase. Nitrogen yang berhasil ditambat tidak hilang sehingga dapat mengeksplotasi substrat karbon yang disuplai oleh tanaman.

Aplikasi BioNutrient menghemat penggunaan pupuk NPK hingga 50% pada tanaman padi dan jagung.^{42,43} Teknologi ini telah dilisensi oleh mitra swasta nasional dan beroperasi sejak 2008.

4.1.5. Pupuk Mikroflora Tanah Multiguna, Nodulin

Nodulin adalah pupuk hayati untuk tanaman kedelai, kacang tanah, kacang hijau, kacang panjang, *Paraserianthes falcataria*, *Mucuna sp.*, dan legume cover crops lainnya. Pupuk hayati ini mengandung konsorsia bakteri bintil akar *Bradyrhizobium japonicum* dan bakteri diazotrofitik penghasil zat tumbuh dan antipatogen, penambat N₂ hidup bebas, serta pelarut P dan K.

Nodulin diperlukan untuk memacu perkembangan bintil akar dan pertumbuhan tanaman, serta melindungi tanaman dari penyakit tular tanah, meningkatkan ketersediaan hara dan efisiensi pemupukan N, P, dan K. Aplikasi Nodulin pada tanaman kedelai mampu meningkatkan efisiensi pemupukan N, P dan K masing-masing hingga 100%, 50%, 50% dari dosis rekomendasi.⁴⁴⁻⁴⁶ Teknologi ini telah dilisensi oleh mitra swasta nasional dan beroperasi sejak 2008.

4.2. Pupuk Hayati Perombak Bahan Organik

Teknologi pupuk hayati perombak bahan organik (dekomposer), mikroflora tanah multiguna MDec dan DSA, dirakit untuk mempercepat dan meningkatkan efisiensi perombakan bahan organik berserat lignoselulosa, dan menekan penyakit tular tanah. Dekomposer ini cocok digunakan untuk mengelola limbah tanaman pertanian, perkebunan, hortikultura, dan sampah kota.⁴⁷

Pemberian MDec dan DSA pada jerami, daduk, bagas, dan tandan kosong kelapa sawit mampu mempercepat perombakan bahan

organik dari 2-3 bulan menjadi 10-14 hari untuk MDec dan menjadi 5-7 hari untuk DSA, masing-masing dengan teknologi pengomposan yang direkomendasikan. Teknologi ini telah dilisensi oleh mitra swasta nasional dan beroperasi sejak 2008.

4.3. Pupuk Hayati Pemacu Tumbuh dan Pengendali Hama dan Penyakit

Kerjasama penelitian antara Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian dengan Balai Penelitian Tanah telah menghasilkan pupuk hayati BioRegNPS, asosiasi bakteri pemacu tumbuh dan pengendali penyakit tanaman, *Alcaligenes* spp. dan nematoda patogen serangga (NPS).

Pupuk hayati ini dengan kepadatan NPS 10^4 JI/ml per 30 g bahan pembawa mampu membunuh serangga uji *Tenebrio molitor*. Kematian serangga uji 3 minggu setelah infeksi NPS mencapai 100%. Tanpa aplikasi NPS, seluruh serangga uji masih hidup. Aplikasi kombinasi BioRegNPS dan pupuk organik pada kedelai di lahan kering masam Ultisol Lampung meningkatkan hasil 34% dibanding aplikasi pestisida dan mengurangi jumlah polong rusak 13,5%.⁴⁸

4.4. Pupuk Hayati Pengakumulasi Logam Berat

Survei pada tahun 2000 pada lahan sawah di daerah Bekasi menunjukkan tingkat cemaran limbah industri mendekati batas kritis yang ditetapkan oleh WHO sebesar 0,24 ppm. Kandungan Cd pada tanah 0,3 ppm dan pada beras 0,2 ppm.^{49,50} Pemberian bioremediator logam berat Cd yang mengandung konsorsia bakteri pengakumulasi logam berat *Bacillus* spp. dengan bakteri penyedia hara pada lahan sawah tercemar Cd mampu meningkatkan mutu beras dan menurunkan kadar Cd pada beras hingga 43%.⁵¹

Dari penelitian jangka panjang tersebut diketahui teknologi pupuk hayati berperan penting mendukung pertanian bioindustri, sehingga sering dipromosikan sebagai obat mujarab untuk memecahkan masalah hara tanaman dan kesuburan tanah. Padahal, tidak sesederhana itu karena pupuk hayati mengandung organisme hidup yang memerlukan proses penanganan lebih khusus yang tidak dapat disamakan dengan penanganan pupuk anorganik.

V. PROSPEK DAN KENDALA PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PUPUK HAYATI

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Pupuk hayati prospektif dikembangkan dalam pertanian bioindustri, namun keberhasilan pengembangannya tidak terlepas dari keunggulan sumberdaya genetika mikroorganisme dan teknologi pupuk hayati itu sendiri.

5.1. Prospek

Pembangunan pertanian bioindustri berkelanjutan menuntut perlunya pengembangan pupuk hayati dalam usahatani untuk menghasilkan produk pangan sehat dan produk pertanian yang berkualitas dan bernilai tambah tinggi. Hal ini sejalan dengan isu degradasi lahan pertanian, rendahnya efisiensi pemupukan anorganik, turunnya kualitas lingkungan, dan perubahan iklim yang telah mengancam sistem produksi pertanian.

Kemajuan IPTEK *bioscience* memungkinkan pengembangan pupuk hayati guna meningkatkan produktivitas lahan suboptimal,

terutama lahan kering masam, dan memperbaiki tingkat kesuburan lahan terdegradasi, termasuk lahan bekas tambang.

Indonesia memiliki sumber daya hayati yang beragam, termasuk mikroorganisme, yang potensial dimanfaatkan sebagai komponen utama pupuk hayati yang bermutu. Dalam pertanian bioindustri, pengembangan pupuk hayati menjadi suatu keharusan guna menghasilkan produk yang sehat, bermutu, dan bernilai tambah tinggi. Dalam hal ini, teknologi pupuk hayati memegang peranan penting.

Efisiensi penggunaan pupuk anorganik yang rendah, kehilangan hara N yang tinggi dan tidak tersedianya hara P bagi tanaman dapat diatasi dengan penggunaan pupuk hayati yang mampu menyediakan hara N dan P bagi tanaman dan meningkatkan efisiensi pemupukan 25-50%. Penggunaan pupuk organik hayati dari jerami padi mampu menyediakan hara K bagi tanaman hingga 100% dari dosis rekomendasi.

5.2. Kendala

Berbeda dengan pupuk organik dan pupuk pelengkap cair, pupuk hayati merupakan makhluk hidup yang memerlukan penanganan khusus. Pupuk hayati memiliki rentang waktu masa aktif yang relatif pendek, sekitar 6 bulan, sehingga diperlukan teknologi pengemasan dan penyimpanan inokulan yang dapat memperpanjang ketahanan hidup mikroba sebelum diaplikasikan.

Sistem pengemasan dan pengiriman pupuk hayati kepada pengguna dan penyimpanan di petani sangat menentukan status mikroba yang dikandungnya. Pada prinsipnya, mikroba pada pupuk hayati harus selalu hidup, baik selama penyimpanan maupun setelah diaplikasikan di lapangan, agar dapat menjalankan fungsinya dengan baik.

VI. ARAH, SASARAN, DAN STRATEGI PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PUPUK HAYATI

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Berdasarkan pengalaman, pembelajaran, kenyataan di lapangan, dan dinamika inovasi teknologi maka perlu dirumuskan arah, sasaran, dan strategi pengembangan teknologi pupuk hayati mendukung pertanian bioindustri berkelanjutan.

6.1. Arah

- (1) Peningkatan kualitas pupuk hayati dari berbagai aspek, termasuk dalam proses pengemasan, pengiriman, dan penyimpanan agar tetap efektif dan produktif serta praktis dan mudah diimplementasikan di lapangan.
- (2) Penggalan potensi sumber daya hayati mikroorganisme untuk meningkatkan keragaman fungsi pupuk hayati guna memperbaiki produktivitas lahan suboptimal dan lahan terdegradasi mendukung pengembangan pertanian bioindustri.

6.2. Sasaran

- (1) Peningkatan kemampuan pupuk hayati mensubstitusi pupuk anorganik, baik dalam aspek produktivitas maupun efisiensi produksi.
- (2) Peningkatan efisiensi biaya produksi usahatani, terutama dalam hal pemupukan, pengendalian hama dan penyakit tanaman, serta reklamasi dan pemulihan kesuburan lahan.

6.3. Strategi

- (1) Pengayaan inovasi pupuk hayati majemuk secara berkesinambungan dengan dukungan persyaratan baku mutu berbasis teknologi *bioscience*.
- (2) Perbaikan sistem produksi pupuk hayati yang mudah diaplikasikan dan efektif, termasuk sistem pengemasan dan penyimpanan.
- (3) Sosialisasi keunggulan pupuk hayati dalam pertanian bioindustri melalui berbagai media diseminasi secara terpadu dan berkesinambungan.
- (4) Perbaikan sistem pemasaran dan promosi teknologi pupuk hayati melalui sistem distribusi dan demonstrasi lapangan, bekerja sama dengan mitra swasta dan BUMN.
- (5) *Refocusing* penelitian dan pengembangan teknologi pupuk hayati untuk biopestisida, bioremediator logam berat, dan senyawa xenobiotik guna meningkatkan kesehatan tanah dan produktivitas tanaman menopang pertanian bioindustri.

VII. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Dari uraian tadi dapat ditarik kesimpulan dan implikasi kebijakan sebagai berikut:

7.1. Kesimpulan

- (1) Penelitian telah menghasilkan teknologi pupuk hayati tunggal hingga majemuk dengan berbagai fungsi, sebagai penyedia hara,

- perombak bahan organik, pemacu tumbuh, pengendali hama dan penyakit tanaman, dan bioremediator logam berat.
- (2) Inovasi teknologi pupuk hayati berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah, melindungi tanaman dari hama dan penyakit, menghasilkan produk berkualitas aman dikonsumsi dan energi terbarukan.
 - (3) Aplikasi pupuk hayati diyakini mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik, memecahkan masalah kelestarian lingkungan, meningkatkan produktivitas lahan, dan menyelamatkan ekosistem.
 - (4) Pengayaan inovasi teknologi pupuk hayati dan perbaikan sistem produksi, sosialisasi keunggulan, perbaikan sistem pemasaran dan promosi teknologi pupuk hayati, serta *refocusing* penelitian dan pengembangan secara intensif, mampu menunjang keberlanjutan sistem produksi pertanian dalam pengembangan pertanian bioindustri.

7.2. Implikasi Kebijakan

- (1) Penyuluhan dan promosi teknologi pupuk hayati nasional memerlukan dukungan kebijakan dari pemerintah agar petani, penyuluh, dan masyarakat pertanian memahami manfaat pengembangan pupuk hayati dalam pertanian bioindustri.
- (2) Dalam peredaran pupuk hayati ke alam diperlukan regulasi dan lembaga independen yang mengelola sertifikasi kelayakan dan keamanan pupuk hayati, baik dari dalam negeri maupun impor, dan memberikan timbangan ilmiah bagi kebijakan yang diambil agar tepat sasaran.

- (3) Mikroorganisme komponen pupuk hayati harus disimpan di *Culture Collection* di Indonesia yang diakui dunia dan dikelola berdasarkan *Budapest Treaty* agar perawatan dan penyimpanannya terjamin, sifat-sifat genetiknya tidak berubah, dan dapat digunakan untuk mendukung pertanian bioindustri berkelanjutan dan kemajuan pertanian Indonesia.

VIII. PENUTUP

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Teknologi mikroorganisme merupakan sarana untuk pembangunan pertanian bioindustri berkelanjutan. Teknologi ini merupakan kunci pengelolaan lahan pertanian yang semakin terdegradasi akibat aplikasi pupuk anorganik yang terus menerus. Teknologi ini dapat membantu petani dalam menghadapi masalah penguasaan lahan yang semakin sempit karena pesatnya pembangunan.

Penggunaan pupuk hayati berbasis mikroorganisme mengalami pertumbuhan yang sangat pesat. Banyak petani yang terprovokasi untuk menggunakan pupuk hayati impor yang belum tentu keunggulannya.

Penggunaan jenis mikroorganisme yang tidak tepat dapat membahayakan keberlanjutan sistem pertanian. Tidak mustahil pula jenis mikroba tertentu dijadikan alat untuk merusak pertanian Indonesia. Oleh sebab itu, perlu perhatian yang sangat serius dan komitmen yang tinggi dari penentu kebijakan dan *stakeholder* untuk bersikap hati-hati menggunakan pupuk hayati impor. Pemerintah Indonesia sudah memiliki persyaratan mutu produksi dan peredaran pupuk hayati (Permentan No. 70/Pert/SR/130/5/2011). Ke depan, diperlukan lembaga independen untuk memberikan timbangan ilmiah

bagi setiap kebijakan yang diambil untuk optimalisasi pemanfaatan sumber daya lahan berbasis ekosistem berkelanjutan.

Inovasi teknologi pupuk hayati harus diterapkan dengan penuh tanggung jawab, sehingga mampu menjadi pengungkit pengembangan pertanian bioindustri berkelanjutan. Penggunaannya pada lahan suboptimal, khususnya lahan kering masam, diyakini bermanfaat bagi perbaikan kualitas tanah yang miskin hara, bahan organik, dan mikroba tanah.

Semoga orasi ilmiah ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pemupukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati,

Syukur Alhamdulillah, sesungguhnya Allah Yang Maha Kuasa telah memberikan jalan kepada saya untuk berkarya sebagai peneliti. Mudah-mudahan karya saya dapat berkontribusi dalam pembangunan pertanian. Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankan saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada berbagai pihak:

1. Menteri Pertanian (Dr. Ir. Suswono, MMA), Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Dr. Haryono, MSc), Kepala Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (Dr. Muhrizal Sarwani), Sekretaris Badan Litbang Pertanian (Dr. Kasdi Subagiono, MSc), Kepala LIPI (Prof. Dr. Lukman Hakim MSc) selaku Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Sekretaris Majelis (Prof. Dr. Aswatini) yang telah memberi kesempatan kepada saya untuk menyampaikan orasi ilmiah dalam rangka pengukuhan Profesor Riset.

2. Kepala Balai Penelitian Tanah, Dr. Ali Djamil, Tim Evaluasi Orasi ilmiah Badan Litbang Pertanian, Prof. Dr. Irsal Las, Prof. Dr. Made Oka Adnyana, Prof. Dr. Subandriyo, Prof. Dr. Abdul Karim Makarim, Prof. Dr. Tjeppy D. Soedjana, Prof. Dr. Elna Karmawati, serta dari LIPI, Prof. Dr. Endang Sukara, yang telah memberikan sumbang saran bagi perbaikan materi orasi ilmiah ini.
3. Para sesepuh Ir. Paransih Isbagyo dan Dr. Ir. Mas Ismunadji (alm.) yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk membangun laboratorium mikrobiologi mendukung penelitian mikrobiologi tanah di Balittan Bogor, LP3 (1980). Dr. Ir. Syarifuddin Karama (alm.) yang telah memberikan dorongan dalam menimba ilmu, Prof. Dr. Ibrahim Manwan (alm), Dr. A.M. Fagi, dan Prof. Dr. Sumarno atas bimbingan dan dorongannya dalam menjalankan tugas saya sebagai peneliti. Dr. Susono Saono dan Dr. Sutaryo Brotonegoro (alm.) atas bimbingannya dalam melaksanakan penelitian di bidang mikrobiologi dan pengembangan laboratorium mikrobiologi, sehingga saya dapat mandiri dalam melaksanakan tugas sebagai peneliti.
4. Secara khusus saya sampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Djoko Said Damardjati yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk membangun Pilot Plant Produksi Pupuk Hayati dalam mendukung penelitian teknologi produksi Pupuk Hayati di BioGen (1995), dan menggembleng saya untuk terus bekerja keras guna menghasilkan teknologi yang diperlukan jutaan petani.
5. Rekan seperjuangan, Dr. Novianti Sunarlim, Dr. Didiek Hadjar Goenadi, Dr. RDM Simanungkalit, Dr. Lukman Gunarto, Dr. Djumali M, Dr. Iwan, Dr. Susetyo, Ir. Sri Hutami, Ir. Yati Supriati MS, Dr. Ratih Dewi Hastuti, Ir. Zainab Nunung, Ir. Yuli Lestari MS, Ir. Yuliar, Dwi Ningsih Susilowati MSi, Ir. Jati Purwani MS, Dr. Etty Pratiwi, Dr. Jumiarti Agus, Erny Yuniarti MSi, Titik Tenterem dan Jumena, serta seluruh staf teknis dan administrasi

BB Biogen, dan Balittanah yang telah mendampingi dalam melaksanakan penelitian, terima kasih atas segala bantuan, pengertian, dan kerja sama yang baik.

6. Panitia acara pengukuhan Profesor Riset serta para undangan, atas kesabaran dan perhatiannya dalam mengikuti acara pengukuhan Profesor Riset ini.
7. Penyunting redaksional naskah orasi, pembuat bahan tayang, dan panitia penyelenggara sehingga orasi ilmiah ini terselenggara dengan baik dan lancar.
8. Terima kasih dan penghargaan saya sampaikan pula kepada guru dan dosen, sejak saya sekolah di TK, SD, hingga S3.
10. Terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua saya tercinta, ibunda RA Olga S. Winangoen dan ayahanda RM Imam Soetopo (alm), yang selalu mendorong saya untuk mencari ilmu setinggi langit. Tanpa beliau, saya tidak dapat berdiri di sini saat ini.
11. Pendamping hidup saya, Uway Warsita, dan putri kami, Adisresti Diwyacitta, yang senantiasa setia mendampingi. Adinda Bambang Soesatio (alm) dan Prio Sadono selalu memberikan motivasi bagi saya untuk berkarya. Bapak (alm.) dan Ibu mertua yang telah memberikan perhatian dan dorongan kepada saya dalam menjalankan tugas sebagai peneliti, dihaturkan terima kasih.

Dengan mengucapkan Alhamdulillah, saya akhiri orasi ilmiah ini. Terima kasih atas perhatiannya dan mohon maaf atas kekurangan dan kekhilafan dalam penyampaian orasi ilmiah. Mudah-mudahan Allah SWT meridhoi dan senantiasa menunjukkan jalan yang benar bagi kita semua. Amin.

Wabillahitaufiq Walhidayah

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

DAFTAR PUSTAKA

- 1 [IPB] Institut Pertanian Bogor. 2013. Strategi Induk Pembangunan Pertanian (SIPP) 2013-2045. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- 2 Bhattacharjee RB, Singh A, Mukhopadhyay SN. 2008. Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertiliser for non-legumes: prospects and challenges. *Appl. Microbiol. Biotechnol* 80:199–209.
- 3 Boraste A, Vamsi KK, Khaimar Y, Gupta N, Trivedi S, Patil P, Gupta G, Mujapara AK, Joshi B. 2003. Biofertilizers: a novel tool for agriculture. *International Journal of Microbiology Research*. pp.23-32.
- 4 Saraswati Rasti. 1999. Teknologi pupuk mikroba multiguna menunjang keberlanjutan sistem produksi kedelai. *J. Mikrobiol. Indon.* 4(1):1-9.
- 5 Bossio DA, Scow KM. 1995. Impact of carbon and flooding \on the metabolic diversity of microbial communities in soils. *Appl. Environ. Microbiol.* 61:4043-4050.
- 6 Ludemann H, Arth I, Liesack W. 2000. Spatial Changes in the Bacterial Community Structure along a Vertical Oxygen Gradient in Flooded Paddy Soil Cores. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 754-762
- 7 Patrick WH, Reddy CN. 1978. Chemical changes in rice soils. p. 361-379. In *Soil and Rice*. IRRI, Los Banos. Philippines.
- 8 Tenuta M. 2006. Plant growth promoting rhizobacteria: prospect for increasing nutrient acquisition and disease control. http://www.umanitoba.ca/afs/agronomists_conf/2003/pdf/tenutarhizobacteria.pdf. [Accessed 22 July 2006].
- 9 Roger PA, Ladha JK. 1992. Biological N₂ fixation in wetland rice fields: estimation and contribution to nitrogen balance. *Plant Soil* 141:41-55.

- 10 Quispel A. 1974. General Introduction. In The Biology of Nitrogen Fixation, North-Holland Res. Monographs. Vol. 33. pp.1-8 (Cited from Kawaguchi, K. (Ed.) 1978. Paddy Soil Science. Kodansha, Tokyo. (In Japanese).
- 11 Watanabe I, Liu CC. 1992. Improving nitrogen-fixing systems and integrating them into sustainable rice farming. Plant and Soil 141: 57-67.
- 12 Sunarlim N, Pasaribu D, Gunawan W. 1992. Effect of nitrogen and rhizobium inoculation on growth and yield of soybean in red-yellow podzolic soil. Penelitian Pertanian 12(3):116-118.
- 13 Saraswati Rasti, Hastuti RD, Purwani J, Ginting RCB, Prabowo A. 2005. Mikroflora Tanah Multiguna dan Manfaatnya pada Pertanaman Padigogo dan Kedelai di Tanah Kering Masam, Tegineneng, Lampung. Prosiding Lokakarya Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Kering. Badan Litbang Pertanian-Badan Litbang Daerah Propinsi Lampung-Universitas Lampung. hlm. 114-640.
- 14 Matoh T, Saraswati Rasti, Sekiya J. 1992. Growth Characteristics of *Sesbania* under Adverse Condition in Relation to Use as Green Manure in Japan. Soil Sci. and Plant Nutr. 38(4):741-747.
- 15 Saraswati Rasti, Matoh T, Sekiya J. 1992. Nitrogen Fixation of *Sesbania rostrata*: Contribution of Stem Nodules to Nitrogen Acquisition. Soil Sci. and Plant Nutr. Japan. 38(4):775-780.
- 16 Ramamoorthy V, Viswanathan R, Raguchandr T, Prakasam V, Samiyappan R. 2001. Induction of Systemic Resistance by Plant Growth Promoting Rhizobacteria in Crop Plant against Pests and Diseases. Crop Protection 20:1-11.

- 17 Nepolean P, Jayanthi R, Pallavi RV, Balamurung A, Kuberang T, Beulah T, Premkumar R. 2012. Role of Biofertilizer in Increasing Tea Productivity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. pp.1443-1445.
- 18 Phukan I, Madhab M, Bordoloi M, Sarmah SR, Dutta P, Begum R, Tanti A, Bora S, Nair SC, Rai S, et al. 2012. Exploitation of PGPR microbes of Tea for Improvement of Plant Growth and Pest Suppression: A Novel Approach. *Two and a Bud*. 56:69-2012.
- 19 Das AJ, Kumar M, Kumar R. 2013. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): An Alternatif of Chemical Fertilizer for Sustainable, Environment Friendly Agriculture. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*. 1(4):21-23.
- 20 Vessey JK. 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. *Plant Soil* 255:571-586.
- 21 Meynet CE, Pothier JF, Loccoz YM, Prigent-Combaret C. 2011. The *Pseudomonas* Secondary Metabolite 2,4-Diacetylphoroglucinol is a Signal Inducing Rhizoplane Expression of *Azospirillum* Genes Involved in Plant Growth Promotion. *The American Phytopathological Society* 24(2):271-284.
- 22 Akhtar A, Hisamuddin, Robab MI, Abbasi, Sharf R. 2012. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: An Overview. *J. National Production Plant Resources* 2(1):19-31.
- 23 Sandheep AR, Asok AK, Jisha MS. 2013. Combined Inoculation of *Pseudomonas fluorescens* and *Trichoderma harzianum* for Enhancing Plant Growth of Vanilla (*Vanilla planifolia*). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 16:580-584.
- 24 Gangadara NB, Saifulla, Nagaraja R, Basavaraja MK. 2010. Biological Control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanilla* The Casual

- Agent of Stem Rot of Vanilla *in vitro*. International Journal of Science and Nature 1(2):259-261.
- 25 Wang Shui, Wu H, Qiao J, Ma L, Liu J, Xia Y, Gao X. 2009. Molecular Mechanism of Plant Growth Promotion an Induced Systemic Resistance to Tobacco Mosaic Virus by *Bacillus* spp. Journal Microbiology Biotechnology. <http://www.kormn.or.kr/storage/Press/JMB/190/1056/articlefile/article.pdf> (2 Agustus 2013).
- 26 Gochenauer SE. 1981. Responses of soil faunal communities to disturbance. In: D.T. Wieklow, Carroll G.C. (eds). The fungal community: Its organization and role in the ecosystem. New York, Marcel Dekker. pp. 459-479.
- 27 Kennedy IR, Choudhury ATMA, Kecskes ML. 2004. Nonsymbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited?. Soil. Biol. Biochem. 36:1229-1244.
- 28 Setyorini D, Saraswati Rasti, Anwar EK. 2006. Kompos. Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 11-40.
- 29 Teguh WW, Asari A, Elita R. 2005. Manajemen Penanganan Limbah Peternakan Sapi untuk Meningkatkan Nilai Tambah dan Perbaikan Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Peranan Teknologi Pertanian dalam Peningkatan Daya Saing dan Investasi Agribusiness.
- 30 Zulkarnain I. 2010. Aplikasi Pestisida dan Analisa Residu Pestisida Golongan Organofosfat pada Beras di Kecamatan Portibi Kabupaten Padang Lawas Utara Tahun 2009. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/16894/5/Chapter%20I.pdf>.

- 31 Saraswati Rasti. 2004. Recent Advances in Understanding Soil Microbial Activity and Soil Quality Relationship: a Review. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* 9(1):1-8.
- 32 Saraswati Rasti. 1999. Teknologi pupuk mikroba multiguna menunjang keberlanjutan sistem produksi kedelai. *J. Mikrobiol. Indon.* 4(1):1-9.
- 33 Garcia C, Hernandez T, Costa F, Ceccanti B. 1994. Biochemical parameters in soils regenerated by the addition of organic wastes. *Wastes Management and Res.* 12:457-466.
- 34 Damardjati DS, Saraswati Rasti, Sunarlim N, Arifin M. 1997. Penggunaan Pupuk dan Pestisida Hayati untuk Intensifikasi Kedelai. *Seminar Prospek dan Perspektif Agribisnis Kedelai. Agribisnis Club.* 10pp.
- 35 Saraswati Rasti, Hastuti R.D, Sunarlim N, Hutami S. 2000. Penggunaan RhizoPlus Generasi I untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kacang-kacangan. *Prosiding Penelitian dan Pengembangan Produksi Kedelai di Indonesia. BPP Teknologi.* hlm.121-126.
- 36 Saono S. 2005. Six Decades of Non-medical Microbiology and Microbiologists in Indonesia: A Brief Overview. Reprinted from *Six Decades of Science and Scientists in Indonesia. Section II: Building The Strength in Science. Naturindo Publ., Bogor, Indonesia.* 167-188.
- 37 Sutarto IgV, Saraswati Rasti. 2000. Pengaruh Pemberian Rhizo-Plus Pada Kedelai. *J. Mikrobiol.Indonesia* 5(1):19-23.
- 38 Saraswati Rasti, Kobayashi M. 1992. Alginate Beads as Synthetic Inoculant Carriers for Bradyrhizobia. *Soil Microorganisms* 40:3-8.

- 39 Yafizham, Saraswati Rasti. 2000. Tanggap Kedelai terhadap Butiran Mikrokapsul *Rhizobium*-plus serta Pupuk N dan P di Tanah Podsolik Merah Kuning. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 16(3):73-80.
- 40 Hutami S, Saraswati Rasti, Sunarlim N, Riyanti EI. 2000. Peningkatan Efisiensi Pemupukan pada Kedelai dengan Pupuk Mikroba Pelarut Fosfat dan Mikoriza. Prosiding Lokakarya Penelitian dan Pengembangan Produksi Kedelai di Indonesia. Direktorat Teknologi Lingkungan, BPPT-Puslitbangtan-Kementerian Pendidikan, Sains, Riset dan Teknologi Jerman. hlm.145-149.
- 41 Susilowati DN, Saraswati Rasti, Elsanti, Yuniarti E. 2003. Isolasi dan Seleksi Mikroba Diazotrof Endofitik dan Penghasil Zat Pemacu Tumbuh pada Tanaman Padi dan Jagung. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Bogor, 23-24 September 2003.
- 42 Hastuti DH, Lestari Yulin, Saraswati Rasti, Suwanto Antonius. 2012. Endophytic *Streptomyces* spp. As Biocontrol Agents of Rice Bacterial Leaf Blight Pathogen (*Xanthomonas oryzae* pv.*oryzae*). HAYATI Journal of Biosciences 19(4):155-162.
- 43 Saraswati Rasti, Hastuti RD, Purwani J, Ginting RCB, Prabowo A. 2005. Mikroflora Tanah Multiguna dan Manfaatnya pada Pertanaman Padigogo dan Kedelai di Tanah Kering Masam, Tegineneng, Lampung. Prosiding Lokakarya Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Kering. Badan Litbang Pertanian-Badan Litbang Daerah Propinsi Lampung-Universitas Lampung. hlm.114-640.
- 44 Saraswati Rasti, Sumarno 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah Sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Iptek Tanaman Pangan 3(1): 41-58.

- 45 Saraswati Rasti. 2007. Potensi Penggunaan Pupuk Mikroba Secara Terpadu Pada Kedelai. *Dalam* Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hlm. 375-382.
- 46 Saraswati Rasti. 2007. Peran pupuk hayati dalam meningkatkan efisiensi pemupukan menunjang keberlanjutan produktivitas tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 1(4):51-56.
- 47 Saraswati Rasti. 2007. Bakteri Pembentuk Bintil Akar. *Dalam* Metode Analisis Biologi Tanah. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hlm.31-42.
- 48 Saraswati Rasti, Santosa E, Yuniarti E. 2006. Organisme Perombak Bahan Organik. *Dalam* Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm.211-230.
- 49 Saraswati Rasti, Hastuti RD, Samudra IM, Budihardjo, 2004. Pemanfaatan Pupuk Mikroba dan Pestisida Hayati untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelasi. Prosiding Lokakarya Pengembangan Kedelai Melalui Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di Lahan Kering Masam. Palembang, 9 Desember 2004. Puslitbang Sosek Pertanian Bogor.
- 50 Sismiyati R, Nasution I, Sukarno L, Makarim AK. 1995. Masalah Pencemaran Kadmium (Cd) pada Padi Sawah. Simposium Penelitian Tanaman Pangan III. Jakarta. hlm. 477-493.
- 51 Saraswati Rasti, Nasution I, Yuniarti E. 2006. Bioremediasi Kadmium di Lahan Sawah Tercemar Limbah Industri. Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Buku II. hlm.563-572.

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Buku

1. **Saraswati Rasti.** 2007. Potensi Penggunaan Pupuk Mikroba Secara Terpadu Pada Kedelai. *Dalam* Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. hlm. 375-382.
2. **Saraswati Rasti, Husen E.** 2007. Prospek Penggunaan Pupuk Hayati Pada Sawah Bukaian Baru. *Dalam* Tanah Sawah Bukaian Baru. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 151-173.
3. **Saraswati Rasti.** 2007. Bakteri Pembentuk Bintil Akar. *Dalam* Metode Analisis Biologi Tanah. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 31-42.
4. **Saraswati Rasti, Yuniarti E.** 2007. Mikroba Pengakumulasi Logam Berat. *Dalam* Metode Analisis Biologi Tanah. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 115-129.
5. Yuniarti E, **Saraswati Rasti.** 2007. Aktivitas Dehidrogenase. *Dalam* Metode Analisis Biologi Tanah. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm.171-179.
6. Yuniarti E, **Saraswati Rasti.** 2007. Ligninase. *Dalam* Metode Analisis Biologi Tanah. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 209-218.
7. Setyorini D, **Saraswati Rasti, Anwar EK.** 2006. Kompos. *Dalam* Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm.11-40.
8. Simanungkalit RDM, **Saraswati Rasti, Hastuti RD, Husen Edi.** 2006. Bakteri Penambat Nitrogen. *Dalam* Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm.113-140.

9. Ginting RCB, **Saraswati Rasti**, Husen E. 2006. Mikroorganisme Pelarut Fosfat. *Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 141-158.
10. Husen E, **Saraswati Rasti**, Hastuti RD. 2006. Rhizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman. *Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 191-209.
11. **Saraswati Rasti**, Santosa E, Yuniarti E. 2006. Organisme Perombak Bahan Organik. *Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 211-230.
12. Simanungkalit RDM, Husen E, **Saraswati Rasti**. 2006. Baku Mutu Pupuk Hayati dan Sistem Pengawasannya. *Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 245-264.
13. **Saraswati Rasti**. 2005. Rhizobial Production System. *In The Future Use of Legume Nodulating Bacteria (LNB) in Indonesia. Technical and Economic Perspective*. Univ. Lampung. Bandar Lampung. pp. 40-44.
14. **Saraswati Rasti**, Prihatini T, Hastuti RD. 2004. Teknologi Pupuk Mikroba untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Padi Sawah. *Dalam Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. hlm. 169-189.
15. Kurnia Undang, Suganda Husen, **Saraswati Rasti**, Nurjaya. 2004. Teknologi Pengendalian Pencemaran Lahan Sawah. *Dalam Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. hlm. 251-285.

Jurnal Internasional

16. Hastuti RDH, Lestari Yulin, **Saraswati Rasti**, Suwanto Antonius. 2012. Capability of *Streptomyces* spp. In Controlling Bacterial Leaf Blight Disease in Rice Plants. American Journal of Agricultural and Biological Science 7(2): 217-223.
17. Yamamura Hideki, Lisdiyanti Puspita, Ridwan Roni, Ratnakomala Shanti, **Saraswati Rasti**, Lestari Yulin, Triana Evi, Kartina Gina, Widyastuti Yantyati, Ando Katsuhiko. 2011. *Dietzia timorensis* sp.nov., isolated from soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 61(4):451-454.
18. Moeskops Bram, Sukristyonubowo, Buchan David, Herawaty Lenita, Sleutel Steven, Husen Edi, **Saraswati Rasti**, Setyorini Diah, De Neve Stefaan. 2010. Soil Micobial Communities and Activities under Intensive Organic and Conventional Vegetable Farming in West Java, Indonesia. Applied Soil Ecology 45(2):112-120.
19. Nakashima Chiharu, Oetari Ariyanti, Kanti Atit, **Saraswati Rasti**, Widyastuti Yantyati and Ando Katsuhiko. 2010. New Species and Newly Recorded Species of *Cercospora* and Its Allied Genera From Indonesia. Mycosphere. 10pp.
20. Syamsuridzal Wellyzar, Ariyanti Oetari, Atit Kanti, **Saraswati Rasti**, Nakashima Chiharu, Widyastuti Yantyati, Ando Katsuhiko. 2010. Ecological and Taxonomical Prespective of Yeast in Indonesia. Journal Microbiology Indonesia. 4(2):60-68.
21. Serge Fotso, Santosa Dwi Andreas, **Saraswati Rasti**, Yang Jongtae, Mahmud Taifo, Zabriskie T. Mark, Proteu Philip J.. 2010. Modified Phenazines from an Indonesian *Streptomyces* sp. Journal of Natural Products 73(3):472-475.

22. Sukarno Nampiah, Kurihara Yuko, Ilyas Muhammad, Mangunwardoyo Wibowo, Yuniarti Erny, Syamsuridzal Wellyzar, Park Ju-Young, **Saraswati Rasti**, Inaba Shigeki, Widyastuti Yantyati, et al. 2009. *Lecanicillium* and *Verticillium* species from Indonesia and Japan Including Three Species. *Journal Mycoscience*. 50(45): 369-379.
23. Husen E, Wahyudi A.T, Suwanto Antonius, **Saraswati Rasti**. 2009. Soybean Seedling Root Growth Promotion by 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase-producing pseudomonads. *Indonesian Journal of Agricultural Sciences* 10(1):19-25.
24. Husen E, Wahyudi AT, Suwanto Antonius, **Saraswati Rasti**, 2008. Prospective Use of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate Deaminase-Producing Bacteria for Plant Growth Promotion and Defense against Biotic and Abiotic Stresses in Peat-Soil-Agriculture. *Microbiology Indonesia* 2(3): 107-111.
25. Kurihara Yuko, Sukarno Nampiah, Ilyas Muhammad, Yuniarti Erny, Mangunwardoyo Wibowo, Park Ju-Young, **Saraswati Rasti**, Widyastuti Yantyati, Ando Katsuhiko. 2008. Indonesian Kickxellales: two species of *Coemansia* and *Linderina*. *Mycoscience* 49(4):250-257.
26. Kurihara Yuko, Sukarno Nampiah, Ilyas Muhammad, Yuniarti Erny, Mangunwardoyo Wibowo, Park Ju-Young, **Saraswati Rasti**, Widyastuti Yantyati, Ando Katsuhiko. 2008. Entomopathogenic Fungi Isolated From Suspended-Soil Inhabiting Arthropoda in East Kalimantan, Indonesia. *Journal Mycoscience* 49(4): 241-249.

27. Kurihara Yuko, Sukarno Nampiah, Ilyas Muhammad, Yuniarti Erny, Mangunwardoyo Wibowo, Park Ju-Young, **Saraswati Rasti**, Widyastuti Yantyati, Ando Katsuhiko. 2008. Two species of *Coemansia* and *Linderin*. *Journal Mycoscience* 49(4): 250-257.
28. Husen E, Simanungkalit RDM, **Saraswati Rasti**, Irawan. 2007. Characterization and Quality Assessment of Indonesian Commercial Biofertilizers. *Indonesian Journal of Agricultural Science* 8(1): 31-38.
29. **Saraswati Rasti**, Kobayashi M, Matoh T, Sekiya J. 1994. Characterization of *Rhizobium* and *Azorhizobium* a Root- and Stem-Nodulating Nitrogen-fixing Bacterium Isolated from *Sesbania* species. *The Contribution* 82:1-11.
30. **Saraswati Rasti**, Matoh Toru, Sasai Toshihiro, Phupaibul Patcharaporn, Lumpkin Thomas A, Kobayashi Michiharu, Sekiya Jirou. 1992. Identification of *Sesbania* species from Electrophoretic Patterns of Seed Proteins. *Trop. Agric. (Trinidad)* 70(3).
31. **Saraswati Rasti**, Matoh T, Sekiya J. 1992. Nitrogen Fixation of *Sesbania rostrata*: Contribution of Stem Nodules to Nitrogen Acquisition. *Soil Sci. and Plant Nutr. Japan*. 38(4):775-780.
32. **Saraswati Rasti**, Kobayashi M. 1992. Symbiotic Relationship between *Bradyrhizobium japonicum* and *Rhodopseudomonas capsulata*. *Soil Microorganisms* 38: 29-33.
33. **Saraswati Rasti**, Kobayashi M. 1992. Alginate Beads as Synthetic Inoculant Carriers for *Bradyrhizobia*. *Soil Microorganisms*. 40:3-8.

34. Suliasih R, **Saraswati Rasti**, Kobayashi M. 1992. Competition Study of *Bradyrhizobium japonicum* in a green house experiment. Soil Microorganisms. 38:25-28.
35. Matoh T, **Saraswati Rasti**, Sekiya J. 1992. Growth Characteristics of *Sesbania* under Adverse Condition in Relation to Use as Green Manure in Japan. Soil Sci. and Plant Nutr. 38(4):741-747.

Jurnal Nasional

36. **Saraswati Rasti**, Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah Sebagai Komponen Teknologi Pertanian. Iptek Tanaman Pangan 3(1): 41-58.
37. Hastuti RDH, Lestari Yulin, **Saraswati Rasti**, Suwanto Antonius. 2012. Endophytic *Streptomyces* spp. as Biocontrol Agents of Rice Bacterial Leaf Blight Pathogen (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*). Hayati 19(4):155-162.
38. **Saraswati Rasti**. 2007. Peran Pupuk Hayati dalam Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Menunjang Keberlanjutan Produktivitas Tanah. Jurnal Sumberdaya Lahan 1(4):51-56.
39. **Saraswati Rasti**. 2004. Recent Advances in Understanding Soil Microbial Activity and Soil Quality Relationship: a Review. Jurnal Mikrobiologi Indonesia 9(1):1-8.
40. **Saraswati Rasti**, Syamsu Khaswar, Susilowati Dwi Ningsih, Laila Badriyatul, Andayani Rengganis Santika. 2003. Produksi Massal Sel *Rhizobium* dengan Teknologi Bioproses. Jurnal Mikrobiologi Indonesia 8(2):47-52.

41. Husen E dan **Saraswati Rasti**, 2003. Effect of IAA-Producing Bacteria on the Growth of Hot Pepper. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* 8(1):22-26.
42. Susilowati DN, **Saraswati Rasti**, Lestari Y. 2001. Pencirian Bakteri Bintil Akar Kedelai Berdasarkan Analisis Serologi, Resistensi Intrinsik Antibiotik, dan Schizotyping. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 20(1): 81-87.
43. Agus J, Arimurti S, Susilowati DN, **Saraswati Rasti**. 2001. Introduksi plasmid pRtr5a::Tn5 dari *Rhizobium tropilii* LPR5035 ke dalam *Sinorhizobium fredii*. *Jurnal Bioteknologi Pertanian* 6(2):41-50.
44. **Saraswati Rasti**, Akao Shoichiro. 2000. Construction of Gus-marked *Bradyrhizobium* and Their Nodulation Ability. *Penelitian Pertanian* 19(2):43-46.
45. Susilowati DN, **Saraswati Rasti**, Suwanto Antonius, Tjahjoleksono Aris. 2000. Pola Penyebaran Bakteri Bintil Akar Kedelai di Indonesia Berdasarkan Skisotipe. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 16(3):66-72.
46. Susilowati DN, **Saraswati Rasti**, Suwanto Antonius, Tjahjoleksono Aris. 2000. Skisotipe bakteri bintil akar kedelai berdasarkan analisis Pulsed-Field Gel Electrophoresis (PFGE). *Jurnal Bioteknologi Pertanian* 5(2):70-76.
47. Yafizham, **Saraswati Rasti**. 2000. Tanggap Kedelai terhadap Butiran Mikrokapsul *Rhizobium*-plus serta Pupuk N dan P di Tanah Podsolik Merah Kuning. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 16(3):73-80.
48. Sutarto IgV, **Saraswati Rasti**. 2000. Pengaruh Pemberian RhizoPlus pada Kedelai. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* 5(1):19-23.

49. **Saraswati Rasti**. 1999. Teknologi Pupuk Mikrob Multiguna Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia* 4(1): 1-9.
50. Mangunwidjaja D, **Saraswati Rasti**, Hiqmat Tubagus. 1996. Analisis Teknoekonomi Pengembangan Pupuk Hayati RhizoPlus Untuk Tanaman Kedelai Pada Skala Industri. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 6(3):174-180.
51. Goenadi DH, **Saraswati Rasti**, Nganro NN, Adiningsih JAS. 1995. Nutrient-solubilizing and aggregate-stabilizing microbes isolated from selected humid tropical soils. *Menara Perkebunan* 63(2): 60-66.
52. Lestari Y, **Saraswati Rasti**. 1999. Karakterisasi Bakteri intil Akar dengan Uji Serologi dan Pola Resistensi Intrinsik Antibiotik (RIA). *Kalimantan Scientiae* 17(53):33-41.
53. **Saraswati Rasti**, Matoh T. 1993. Toleransi terhadap Cekaman edafik dan penambatan nitrogen genus *Sesbania*. *Penelitian Pertanian* 13(1): 36-43.
54. Goenadi DH, **Saraswati Rasti**, Lestari Y. 1993. Kemampuan melarutkan fosfat dari beberapa isolat bakteri asal tanah dan pupuk kandang sapi. *Menara Perkebunan* 61(2):44-49.
55. Goenadi DH, **Saraswati Rasti**. 1993. Kemampuan Melarutkan Fosfat dari Beberapa Isolat Fungi Pelarut Fosfat. *Menara Perkebunan* 61(3):61-66.
56. Asanuma S, **Saraswati Rasti**. 1988. Use of Rhizobium in Soybean Production in Indonesia. *Food Legume Coarse Grain* No. 5. ESCAP. Bogor.
57. **Saraswati Rasti**, Mariam Siti, Siahaan M, Winardi. 1988. Evolusi CO₂ dari Bahan Organik pada Tanah Podsolik Merah Kuning. *hlm.* 83-85.

Prosiding Seminar Internasional

58. **Saraswati Rasti**, Santosa Dwi Andreas, 2004. Preservation of Indonesia's megabiodiversity: Status and Development of Culture Collection in Indonesia Proceedings of the Tenth International Congress for Culture Collections. Innovative Roles of Biological Resource Centers. Tsukuba, Japan, 10-15 October 2004.
59. Harun U, **Saraswati Rasti**, 2003. Growth and Yield of Soybean from Noculation Seed at Banten Ultisol Proceedings of The International Seminar on The Organic Farming and Sustainable Agriculture In The Tropics and Subtropics: Science, Technology, Management and Social Welfare. Palembang. 8-9 October 2003. 90-95.

Prosiding Seminar Nasional

60. Purwani J, **Saraswati Rasti**. 2012. Teknik Aplikasi Pupuk Hayati Untuk Efisiensi Pemupukan dan Peningkatan Produktivitas Lahan Sawah. Prosiding Seminar Nasional Matematika, Sains, dan Teknologi. 10 September 2012 . ISSN Online: 2088-0014. hlm. 1-11.
61. **Saraswati Rasti**. 2012. Teknologi Pupuk Hayati Untuk Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Pertanian. Prosiding Seminar Nasional. Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Petanian. Bogor 29-30 Juni 2012. hlm. 727-738.
62. **Saraswati Rasti**. 2008. Teknologi Mikrobial Fertilizer untuk Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Pertanian. Prosiding Pra Workshop. Pengembangan dan Pemanfaatan Konsorsia Mikroba Pada Lahan Gambut. Pusat Teknologi BioIndustri. hlm.31-40.

63. **Saraswati Rasti**, Nasution I, Yuniarti E. 2006. Bioremediasi Kadmium di Lahan Sawah Tercemar Limbah Industri. Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Buku II. 563-572.
64. Purwani J, Yuniarti E, Hastuti RD, Nasution I, Prabowo A, **Saraswati Rasti**. 2006. Penerapan Teknologi Pupuk Hayati dan Pupuk Bio-Organik Pada Tanaman Pagi Gogo di Lahan Kering Masam Lampung. Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Buku I. hlm.185-198.
65. Yuniarti E, Purwani J, Suparta L, **Saraswati Rasti**. 2006. Fungi Lignoselulolitik dan Kemampuannya dalam Perombakan Beberapa Jenis Bahan Organik. Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Buku I. hlm.143-156.
66. Hastuti RD, **Saraswati Rasti**, Purwani J. 2006. Bakteri Tanah Multiguna dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman. Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian. Buku I. hlm.203-219.
67. **Saraswati Rasti**, Hastuti RD, Purwani J, Ginting RCB, Prabowo A. 2005. Mikroflora Tanah Multiguna dan Manfaatnya pada Pertanaman Padigogo dan Kedelai di Tanah Kering Masam, Tegineneng, Lampung. Prosiding Lokakarya Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Kering. ISBN 979-25-3200-5. Badan Litbang Pertanian-Badan Litbang Daerah Propinsi Lampung-Universitas Lampung. 114-640.
68. **Saraswati Rasti**, Hastuti RD, Purwani J, Samudra IM, Prabowo A. 2005. Penggunaan Pupuk Mikroba Mendukung Pertanian Organik Untuk Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai. Menghantarkan Indonesia Menjadi Produsen Organik Terkemuka. Prosiding Workshop MAPORINA. hlm.153-162.

69. **Saraswati Rasti**, Hastuti RD, Samudra I. Made, Budihardjo, 2004. Pemanfaatan Pupuk Mikroba dan Pestisida Hayati untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Menujang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelasi. Prosiding Lokakarya Pengembangan Kedelai Melalui Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di Lahan Kering Masam. Palembang, 9 Desember 2004. Puslitbang Sosek Pertanian Bogor. hlm.84-99.
70. **Saraswati Rasti**, Susilowati DN, Elsanti 2003. Fusi Protoplas Intraspesies antar *Bradyrhizobium japonicum*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Bogor, 23-24 September 2003. hlm.398-413.
71. Susilowati DN, **Saraswati Rasti**, Elsanti, Yuniarti E. 2003. Isolasi dan Seleksi Mikroba Diazotrof Endofitik dan Penghasil Zat Pamacu Tumbuh pada Tanaman Padi dan Jagung. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Bogor, 23-24 September 2003. hlm. 128-144.
72. Yuniarti E, Susilowati DN, **Saraswati, Rasti**. 2003. Koleksi, Karakterisasi, dan Preservasi Mikroba Remediasi. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Bogor, 23-24 September 2003. hlm. 97-105.
73. Susilowati DN, Rosmimik, **Saraswati Rasti**, Simanungkalit RDM, Gunarto L. 2003. Koleksi, Karakterisasi, dan Preservasi Mikroba Penyubur Tanah dan Perombak Bahan Organik. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Bogor, 23-24 September 2003. hlm.128-144.
74. **Saraswati Rasti**, Akao Shoichiro, 2000. Research on Soybean-Rhizobium under AARD-JICA Collaboration. Prosiding Seminar of Soybean Breeding for Virus Resistance and Rhizobium Utilization. The Aftercare Technical Cooperation for the

- Strengthening of Pioneering Research for Palawija Crop Production Project in Indonesia. JICA-CRIFC, AARD. Bogor, 9 Desember 1999. p.34-39.
75. Hutami S, **Saraswati Rasti**, Sunarlim N, Riyanti EI. 2000. Peningkatan Efisiensi Pemupukan pada Kedelai dengan Pupuk Mikroba Pelarut Fosfat dan Mikoriza. Prosiding Lokakarya Penelitian dan Pengembangan Produksi Kedelai di Indonesia. Direktorat Teknologi Lingkungan, BPPT-Puslitbangtan-Kementrian Pendidikan, Sains, Riset dan Teknologi Jerman. hlm.145-149.
76. **Saraswati Rasti**, Hastuti RD, Sunarlim N, Hutami S. 2000. Penggunaan Rhizo-Plus Generasi I untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kacang-kacangan. Prosiding Penelitian dan Pengembangan Produksi Kedelai Di Indonesia. BPP Teknologi. 121-126.
77. Agus J, Arimurti S, Susilowati DN, **Saraswati Rasti**. 1999. Karakterisasi Sifat Genetika Rhizobium terseleksi. Prosiding Peranan Mikrobiologi Dalam Pengelolaan Sumberdaya Alam Berwawasan Lingkungan. Padang, 2-3 Agustus 1999. Permi-Indonesia. hlm.64-77.
78. Simanungkalit RDM, **Saraswati Rasti**. 1999. Application of Biotechnology on biofertilizer production in Indonesia. Prosiding Seminar of Sustainable Agriculture and Alternative Solution for Food Crisis. PAU-IPB, 14 April 1999. p.45-57.
79. **Saraswati Rasti**, Asanuma Shuichi, Akao Shoichiro, Sawahata Hide. 1999. Research on Soybean-Rhizobium under AARD-JICA Collaboration. Prosiding Seminar of Soybean Breeding for Virus Resistance and Rhizobium Utilization. The Aftercare Technical Cooperation for the Strengthening of Pioneering Research for Palawija Crop Production Project in Indonesia. JICA-CRIFC, AARD. Bogor. p.34-39.

80. Agus J, Arimurti Satya, Susilowati DN, **Saraswati Rasti**. 1999. Karakterisasi Sifat Genetika *Rhizobium* Terseleksi. Prosiding Peranan Mikrobiologi Dalam Pengelolaan Sumberdaya Alam Berwawasan Lingkungan. Padang 2-3 Agustus 1999. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. hlm. 64-77.
81. Sunarlim N, Hutami S, **Saraswati Rasti**. 1999. Peranan Pupuk Mikroba Pelarut Fosfat pada Tanaman Jagung dan Kedelai. Prosiding Seminar Biologi Menuju Milenium III. Fakultas Biologi UGM. hlm.270-280.
82. Goenadi DH, **Saraswati Rasti**, Away Y, Herman. 1997. Produksi Biofertilizer untuk Efisiensi Penggunaan Pupuk dalam Budi Daya Tanaman yang Aman Lingkungan. Prosiding Seminar Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia. hlm.341-349.
83. Lestari Y, **Saraswati Rasti**. 1997. Aktivitas Enzim Fosfatase Jamur Pelarut Fosfat pada Tanah Podsolik Merah Kuning. Prosiding Seminar Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Menyongsong Era Globalisasi di Banjarmasin. hlm. 133-139.
84. **Saraswati Rasti**, Hastuti RD, Lestari Y. 1997. Microbial Inoculant "RhizoPlus" for Increasing Fertilization Efficiency of Soybean in Acid Soil. Current Status of Agricultural Biotechnology in Indonesia. Research Development and Priorities. Proceedings Second Conference on Agricultural Biotechnology. p.3637-41.

Jurnal Tidak Terakreditasi

85. Lestari Y, **Saraswati Rasti**. 1994. Bakteri Bintil akar asal Tanah Alkalin Nusa Tenggara Timur. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan 3:201-205.

86. Hastuti RD, **Saraswati Rasti**. 1994. Kompetisi Dua Galur *Bradyrhizobium japonicum* pada Tanah Masam. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan 1:1-6.
87. Salma S, **Saraswati Rasti**, Gunarto L. 1993. Air Kelapa sebagai Medium Pengganti Sari Khamir Manitol pada *Bradyrhizobium japonicum*. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan 6:62-66.
88. Salma S, Gunarto L, **Saraswati Rasti**. 1993. Karakterisasi Mutan *Bradyrhizobium japonicum* L17₁. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan 5:58-62.
89. **Saraswati Rasti**, Nunung Z, Inoue H. 1989. Evaluation of Rhizobium acid-Al tolerant to Red Yellow Podzolic soil. Buletin Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Bogor, 13-14 Pebruari 1989. hlm.285-291.
90. Nunung Z, **Saraswati Rasti**, Inoue H. 1989. Collection and Selection of Native *Rhizobium* and *Bradyrhizobium*. Buletin Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Bogor, 13-14 Pebruari 1989. hlm. 293-313.
91. **Saraswati Rasti**, Nunung Z. 1989. Kemampuan Pembentukan Bintil Akar Varietas Unggul Kedelai pada Kultur Pasir. Buletin Seminar Balittan Bogor. hlm. 253-259.
92. **Saraswati Rasti**. 1988. Pengaruh Inokulasi Beberapa Strain Bakteri Bintil Akar Terhadap Pertumbuhan dan Nodulasi Kedelai Varietas Orba. Buletin Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Bogor, 5-6 Januari 1988. hlm. 351-357.
93. **Saraswati Rasti**. 1988. Identifikasi Bradyrhizobium dengan 'Intrinsic Antibiotic Resistance'. Buletin Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Bogor, 5-6 Januari 1988. hlm.347-349.
94. **Saraswati Rasti**. 1988. Kaji Banding Dua Metode Ukur Penambatan Nitrogen Secara Hayati dengan Jumlah Nitrogen

Tanaman Kedelai. Buletin Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Bogor 2:142-146.

PENGEMBANGAN IPTEK

Paten

1. Komposisi pupuk mikroba multiguna (PMMg Rhizo-plus) untuk kedelai (Hak Paten Biasa, ID 0 003 556, 26 Pebruari 1999) (penemu Rhizo-plus)
2. Komposisi Pupuk Mikroba Pelarut Fosfat untuk meningkatkan efisiensi pemupukan P (Hak Paten Biasa, ID 0 011 013, 30 Juni 2001) (penemu BioPhos)
3. Komposisi Pupuk Hayati Pemantap Agregat Tanah (Hak Paten Sederhana, S 960085, 23 Januari 1998) (Anggota Penemu Emas)

DAFTAR SEBAGAI PEMBICARA

1. **Saraswati Rasti.** 2012. Teknologi Pupuk Hayati Untuk Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Pertanian. Prosiding Seminar Nasional. Teknologi Pemupukan dan Pemulihan Lahan Terdegradasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Petanian. Bogor 29-30 Juni 2012. hlm. 727-738.
2. **Saraswati Rasti.** 2008. Teknologi Mikrobial Fertilizer untuk Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Pertanian. Prosiding Pra Workshop. Pengembangan dan Pemanfaatan Konsorsia Mikroba Pada Lahan Gambut. Pusat Teknologi BioIndustri. hlm.31-40.

3. **Saraswati Rasti.** 2007. Potensi Penggunaan Pupuk Mikroba Secara Terpadu Pada Kedelai. *Dalam* Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. hlm. 375-382.
4. **Saraswati Rasti, Husen E.** 2007. Prospek Penggunaan Pupuk Hayati Pada Sawah Bukaak Baru. *Dalam* Tanah Sawah Bukaak Baru. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hlm. 151-173.
5. **Saraswati Rasti.** 2005. Rhizobial Production System. *In* The Future Use of Legume Nodulating Bacteria (LNB) in Indonesia. Technical and Economic Perspective. Univ. Lampung. Bandar Lampung. pp. 40-44.
6. **Saraswati Rasti.** 2007. Peran Pupuk Hayati dalam Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Menunjang Keberlanjutan Produktivitas Tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 1(4):51-56.
7. **Saraswati Rasti, Nasution I, Yuniarti E.** 2006. Bioremediasi Kadmium di Lahan Sawah Tercemar Limbah Industri. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian*. Buku II. 563-572.
8. **Saraswati Rasti, Hastuti RD, Purwani J, Ginting RCB, Prabowo A.** 2005. Mikroflora Tanah Multiguna dan Manfaatnya pada Pertanaman Padigogo dan Kedelai di Tanah Kering Masam, Tegineneng, Lampung. *Prosiding Lokakarya Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Kering*. ISBN 979-25-3200-5. Badan Litbang Pertanian-Badan Litbang Daerah Propinsi Lampung-Universitas Lampung. 114-640.
9. **Saraswati Rasti, Hastuti RD, Purwani J, Samudra IM, Prabowo A.** 2005. Penggunaan Pupuk Mikroba Mendukung Pertanian Organik Untuk Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai. Menghantarkan Indonesia Menjadi Produsen Organik Terkemuka. *Prosiding Workshop MAPORINA*. hlm.153-162.

10. **Saraswati Rasti**, Hastuti RD, Samudra I. Made, Budihardjo, 2004. Pemanfaatan Pupuk Mikroba dan Pestisida Hayati untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai. Prosiding Lokakarya Pengembangan Kedelai Melalui Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di Lahan Kering Masam. Palembang, 9 Desember 2004. Puslitbang Sosek Pertanian Bogor. hlm.84-99.
11. **Saraswati Rasti**, Santosa Dwi Andreas, 2004. Preservation of Indonesia's megabiodiversity: Status and Development of Culture Collection in Indonesia Proceedings of the Tenth International Congress for Culture Collections. Innovative Roles of Biological Resource Centers. Tsukuba, Japan, 10-15 October 2004.
12. **Saraswati Rasti**, Hastuti RD, Sunarlim N, Hutami S. 2000. Penggunaan Rhizo-Plus Generasi I untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kacang-kacangan. Prosiding Penelitian dan Pengembangan Produksi Kedelai Di Indonesia. BPP Teknologi. 121-126.
13. **Saraswati Rasti**, Asanuma Shuichi, Akao Shoichiro, Sawahata Hide. 1999. Research on Soybean-Rhizobium under AARD-JICA Collaboration. Prosiding Seminar of Soybean Breeding for Virus Resistance and Rhizobium Utilization. The Aftercare Technical Cooperation for the Strengthening of Pioneering Research for Palawija Crop Production Project in Indonesia. JICA-CRIFC, AARD. Bogor. p.34-39.
14. **Saraswati Rasti**. 1999. Teknologi Pupuk Mikrob Multiguna Menunjang Keberlanjutan Sistem Produksi Kedelai. Jurnal Mikrobiologi Indonesia 4(1): 1-9.
15. **Saraswati Rasti**. 1988. Identifikasi Bradyrhizobium dengan 'Intrinsic Antibiotic Resistance'. Buletin Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan Bogor, 5-6 Januari 1988. hlm.347-349.

FUNGSI SEBAGAI EDITOR JURNAL/ PROSIDING

No	Uraian Kegiatan	Tahun
1	Tim Redaksi Makalah Oral Seminar Nasional Sumberdaya Lahan dan Lingkungan Pertanian	2008
2	Tim Editor Buku Metode Analisis Biologi Tanah	2007
3	Tim Editor Buku Pupuk Organik dan Pupuk Hayati	2006
4	Tim Penyunting Jurnal Sumberdaya Lahan	12 Agustus 2004
5	Tim penyusun RIPP 2005-2009 Balai Penelitian Tanah	23 Mei- 23 Juni 2003
6	Tim Perumus/Editor pada Penyelenggaraan Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam Tahun 2003	4 Juli 2003- selesai
7	Tim Perumus Pekan Biogen Pertanian 2003	5 Desember 2003
8	Tim Pengarah dan Penyusun Laporan Tahun 2003 Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian	10 Februari- Desember 2003
9	Pemimpin Sidang Pleno pada Simposium Pendayagunaan Tanah Masam	30 September 2003
10	Tim Teknis Keamanan Hayati dan Keamanan Pangan Produk Pertanian Hasil Rekayasa Genetik	15 September 2000
11	Reviewer pada Majalah <i>Hayati</i>	1995-2000

PEMASYARAKATAN ILMU

No	Uraian Kegiatan	Tahun
1	Tim Pengembangan Pupuk Hayati	2011
2	Tim Pupuk	2008
3	Tim Teknis Penyusun Permentan 28/Permentan/SR.130/5/2009	2009
4	Buku: Tanah Sawah Buka-an Baru. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian	2007
5	Buku: Metode Analisis Biologi Tanah Publisher: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian	2007
6	Buku: Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Publisher: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian	2006
7	Buku: The Future Use of Legume Nodulating Bacteria (LNB) In Indonesia. Technical and Economic Perspective. ISBN: 979-8287-75-4. Univ. Lampung. Bandar Lampung	2005
8	Buku: Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Teknologi Pupuk Mikroba Untuk Meningkatkan Efisiensi Pemupukan dan Keberlanjutan Sistem Produksi Padi Sawah. Publisher: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.	2004

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

- 1 Nama lengkap : Dr. Rasti Saraswati, M.S.
- 2 Tempat Lahir/Tgl. Lahir : Jakarta, 23 Juni 1954
- 3 Anak ke : Satu dari tiga bersaudara
- 4 Nama Ayah Kandung : RM. Imam soetopo (Alm.)
- 5 Nama Ibu Kandung : RA. Olga Soerjati Winangoen
- 6 Nama Suami : Drs. Uway Warsita Mahyar
- 7 Jumlah Anak : Satu orang
- 8 Nama Anak : dr. Adisresti Diwyacitta
- 9 Nama Instansi : Balai Penelitian Tanah, Balai Besar
Sumberdaya Lahan Pertanian
- 10 Judul Orasi : Inovasi Teknologi Pupuk Hayati
Mendukung Pengembangan
Pertanian Bioindustri
- 11 Bidang Kepakaran : Mikrobiologi Tanah (Kesuburan
Tanah dan Biologi Tanah)
- 12 No. SK APU : 52/M/2005
Tgl. Disahkan 24 Mei 2007
TMT 1 Desember 2005
- 13 No. SK Pangkat I Ve : 16/K/2012
Tgl. Disahkan 22 Pebruari 2012
TMT 1 Oktober 2011

B. Pendidikan

Formal

No	Jenjang	Nama Sekolah	Tempat	Tahun Tamat
1	SD	Budi Waloejo	Jakarta	1967
2	SLTP	Yaspermap	Jakarta	1970
3	SLTA	Regina Pacis	Bogor	1973
4	S 1	Universitas Padjadjaran	Bandung	1980
5	S2	Institut Pertanian Bogor	Bogor	1986
6	S3	Universitas Kyoto	Kyoto, Jepang	1992

Non Formal/Training

No	Training/Kunjungan	Tempat
1	Construction of Gus Marked Bradyrhizobium	National Institute of Agrobiological Sciences, Tsukuba, Jepang
2	Rekayasa Genetika Rhizobium	Puslitbang Bioteknologi, LIPI, Indonesia
3	Root Nodule Bacteria Identification	National Institute of Agrobiological Sciences, Tsukuba, Jepang
4	Nitrogen Fixation on Soybean	Tokachi Nokyo Ren, Memuro, Hokaido, Jepang
5	The Blue Green Algae Technology	Rhizobium Building, Bangkheen Univ., Bangkok, Thailand

Non Formal/Training (Lanjutan).

No	Training/Kunjungan	Tempat
6	Identification of Indonesian Actinomycetes Based On Their 16S rDNA Sequences	National Institute of Technology and Evaluation Dept. of Biotechnology, Japan
7	Potential Microorganisms in Wheat Ecosystem	Washington State Univ., Pullman, USA
8	Rhizobium Quality Control	Saskatoon (MicroBio Rhizogen), Kanada

C. Jabatan Fungsional Peneliti

No	Jabatan	TMT Jabatan
1	Ass. Peneliti Madya	1 Agustus 1988
2	Ajun Peneliti Muda	1 Januari 1990
3	Ajun Peneliti Madya	1 Agustus 1993
4	Peneliti Muda	1 Juli 1995
5	Peneliti Madya	1 Agustus 1999
6	Ahli Peneliti Muda	1 Agustus 2003
7	Ahli Peneliti Utama	1 Desember 2005
8	Peneliti Utama/IVd	1 April 2008
9	Peneliti Utama/IVe	1 Oktober 2011

D. Kepangkatan

No	Kepangkatan	TMT Kepangkatan
1	Penata Muda Gol. III/a	1 Mei 1985
2	Penata Muda Gol. III/b	1 April 1986
3	Penata Gol. III/c	1 April 1990
4	Penata Tk. I Gol. III/d	1 April 1994
5	Pembina Gol. IV/a	1 April 1996
6	Pembina Tk. I Gol. IV/b	30 Mei 2001
7	Pembina Utama Muda Gol. IV/c	25 Agustus 2006
8	Pembina Utama Madya Gol. IV/d	1 April 2008
9	Pembina Utama Gol. IV/e	1 Oktober 2011

E. Publikasi Ilmiah

No.	Kategori Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	9
2.	Penulis Utama	22
3.	Penulis Anggota	63
	Total	94

No	Kategori Bahasa	Jumlah
1.	Dalam Bahasa Indonesia	61
2.	Dalam Bahasa Inggris	33
	Total	94

F. Pembinaan Kader Ilmiah

No	Perguruan Tinggi/Penguji Eksternal S3	Tahun Mengajar
1	Institut Pertanian Bogor (2 desertasi S3, 8 skripsi S2, 7 skripsi S1)	1997-2012
2	Universitas Indonesia (2 skripsi S1)	2000-2001
3	Universitas Gajah Mada (4 skripsi S1, 1 Penguji Eksternal S3)	2000-2003
4	Universitas Padjadjaran (2 desertasi S3, 1 skripsi S1)	1993-1994
5	Universitas Sudirman (4 skripsi S1)	1998-1999
6	Universitas Sriwijaya (1 skripsi S1)	1997-1998
7	Akademi Kimia Analis Bogor (2 skripsi S1)	1995-1996

G. Organisasi Profesi

No	Nama Organisasi	Kedudukan dalam organisasi
1.	Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (PERMI)	Anggota
2	Perhimpunan Ilmu Tanah (HITI)	Anggota
3	Perhimpunan Bioteknologi Indonesia	Anggota
4	Perhimpunan Peneliti Indonesia	Anggota

H. Tanda Jasa/Penghargaan Ilmiah

No.	Tahun Perolehan	Jenis Penghargaan	Pemberi Penghargaan
1	Jakarta, 10-8-1998	Penghargaan Kalyana Kretya Utama	Indonesia, Menteri Negara Riset dan Teknologi
2	Jakarta, 21-8-1998	Tanda Kehormatan Satyalancana Wirakarya	Indonesia, Presiden Republik Indonesia



IAARD
PRESS

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Jl. Ragunan No. 29 Pasar Minggu, Jakarta 12540
Telp.: 62 21 7806202, Faks.: 62 21 7800644

ISBN 978-602-1520-82-6

