

**PENGEMBANGAN DAN APLIKASI PUPUK HAYATI  
BERBASIS MIKROBA PENYUBUR PERAKARAN,  
AGEN BIOKONTROL DAN BIOREMEDIASI  
DI WONOGIRI, CIMELATI DAN CIBINONG DAN  
REVITALISASI LABORATORIUM PUPUK ORGANIK**

**Sarjiya Antonius, Dwi Agustyani, Hartati Imamuddin, Suciati, Tirta  
Kumala Dewi, Entis Sutisna, Nani Mulyani, Ari, Astri Agraeni**  
Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI,  
Cibinong Science Center Jl. Raya Jakarta Bogor, Km 46 Cibinong 16911  
Tel. 021-8765066, Fax. 8765062

**ABSTRACT**

Dissemination and implementation of organic bio-fertilizer containing selected plant growth promoting rhizobacteria were conducted in Wonogiri, Sukabumi and Cibinong. To support this holistic work, the following laboratory research activities were conducted: (1) Improvement quality of organic bio-fertilizer, (2) study compatibility of each isolates on formulating organic bio-fertilizer, (3) Improvement of chemical analysis of organic bio-fertilizer, (4) Study the endogenous microorganisms, (5) Monitoring of soil biochemistry of organic bio-fertilizer field trial. All these research activities were reported separately. At the same time, the revitalization of organic bio-fertilizer was also done. The series of approaches to the stake holder, the members of of house representatives, farmer association 'gapoktan' and non government organization were done by delivering workshop, training and field trial. The responses were positive, more than 100 persons in total took part in the workshop as well as in the training. The harvest of rice treated with organic bio-fertilizer increased about 25 % although the synthetic chemical fertilizer applied was reduced 30-50%. The rice production of applied organic fertilizer and control (not applied organic bio-fertilizer) per Ha was 12 ton and 9 ton, respectively. The biomass weight of organic treated bio-fertilizer and non treated rice plantation per Ha were 24 ton and 16 ton, respectively. In general, increasing of crops production about 15-25 % of vegetables treated organic bio-fertilizer were also achieved in Cibinong and Sukabumi. These impressive increasing crop production attracted local farmer of several sub

district (kecamatan). In related to laboratory revitalization, the new laboratory room with new facilities (instruments) was established.

## PENDAHULUAN

Organisasi yang membidangi masalah pangan dan pertanian dunia (FAO) memprediksikan bahwa pada tahun 2030 kebutuhan produk pertanian akan meningkat sekitar 60% dan lebih dari 85% peningkatan kebutuhan pangan ini datang dari negara berkembang (Mia and Shamsuddin, 2010). Meskipun secara umum selama ini peningkatan produksi pertanian telah berhasil dilakukan, tetapi peningkatan tersebut tidak akan bisa terus dilakukan jika tanpa dibarengi upaya-upaya serius dengan memanfaatkan perkembangan teknologi yang ada, mengingat semakin terbatasnya lahan pertanian, krisis energi untuk penyediaan bahan kimia agro dan lebih krusial lagi adalah masalah semakin menurunnya kualitas lahan pertanian. Hasil pemantauan menunjukkan bahwa aktivitas, biodiversitas dan keberadaan populasi mikroba tanah pada lahan pertanian konvensional, menurun 30-70 persen (Antonius *et al* 2005). Demikian halnya akibat manajemen tanah yang kurang baik, misal penanaman mono kultur jangka yang lama dan rendahnya asupan bahan organik menyebabkan turunnya sifat biokimia tanah. Untuk itu dalam pemenuhan ketahanan pangan nasional perlu diupayakan cara-cara pendekatan perbaikan kondisi lahan pertanian tersebut dengan peningkatan kandungan organik C, lebih diutamakan penggunaan agen biokontrol dibanding pestisida, serta pemulihan biodiversitas tanah dengan aplikasi pupuk organik hayati padat dan cair.

Meskipun sudah banyak dilakukan kajian tentang system pertanian yang berkelanjutan dengan penerapan agen hayati sebagai upaya mengurangi ketergantungan bahan kimia agro pada masyarakat, namun kenyataannya adopsi petani tentang teknologi tersebut masih minim. Ada banyak hal yang harus dievaluasi dan diperbaiki agar diseminasi hasil penelitian terkait system pertanian berkelanjutan benar-benar dimanfaatkan oleh masyarakat misalnya: pendekatan terhadap *stake holder* atau pemangku jabatan pada level PEMDA agar implementasi teknologi pada masyarakat dimasukkan dalam program APBD, pemasyarakatan teknologi dibarengi pelatihan dan pemberdayaan petani, pendampingan yang secara terus-menerus sampai masyarakat betul-betul merasakan manfaat teknologi pertanian berkelanjutan dan secara menadiri menusahakan dan mengaplikasikan.

Terkait permasalahan tersebut diatas, maka pada tahun pertama telah dilakukan upaya-upaya pengembangan dan aplikasi pupuk organik hayati berbasis mikroba agen penyubur perakaran, biokontrol dan bioremediasi di Cibinong, Sukabumi dan Wonogiri yang secara detail kegiatan akan dipaparkan dalam laporan teknik berikut.

## **BAHAN DAN METODOLOGI**

### **Kegiatan laboratorium**

Kegiatan laboratorium meliputi:

1. Kegiatan rutin pemeliharaan agen mikroba penyubur perakaran, biokontrol dan bioremediasi antara lain: memantau dan mengecek kemurnian kultur secara visual apakah ada kontaminasi atau tidak, apakah kultur tumbuh dengan baik dan kapan harus diremajakan. Kegiatan yang penting pada tahapan ini adalah produksi biang induk atau starter mikroba Pupuk Organik Hayati (POH)
2. Uji kompatibilitas dan kestabilan isolat. Mengingat agen mikroba akan digunakan sebagai biang induk dalam pupuk organik hayati (POH), kegiatan yang sangat penting adalah evaluasi kestabilan aktivitas mikroba selaras dengan fungsinya, misalkan sebagai agen pelarut P, pengikat N bebas, penghasil hormone tumbuh dll.
3. Uji mikroba indigen. Untuk mengetahui potensi mikroba lokal, maka perlu dilakukan isolasi mikroba yang memiliki aktifitas selaras dengan pengembangan POH.
4. Analisis biokimia tanah percobaan aplikasi POH, yang merupakan bagian penting dalam evaluasi manfaat POH secara lingkungan tanah

Masing-masing kajian tersebut disajikan pada laporan terpisah dalam laporan teknik sesuai dengan deskripsi tanggungjawab masing-masing personal.

### **Kegiatan lapangan**

Bagian penting adalah upaya koordinasi dengan Pemda dan dinas terkait. Mengingat pelaksanaan kegiatan tidak akan berhasil tanpa partisipasi masyarakat dan dukungan PEMDA serta Dinas terkait maka dilakukan sosialisasi dengan presentasi didepan perwakilan masyarakat, aparat PEMDA, organisasi masyarakat petani dan anggota DPRD ketika

Musyawarah Perencanaan Pembangunan Daerah (MUSREMBANGDA) belum dilaksanakan.

Kegiatan yang sangat penting lainnya adalah melakukan pelatihan pembuatan POH dengan materi pembekalan teori dan praktek serta dilakukan produksi POH yang selanjutnya diaplikasikan oleh masyarakat secara mandiri dengan bimbingan dan supervise dari team peneliti.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Kegiatan Laboratorium**

Sekitar 20 isolat unggulan terpilih agen POH secara rutin dipantau, diremajakan dan diukur aktivitasnya. Dari isolat "working culture" ditumbuhkan pada media cair sesuai dengan aktifitasnya untuk memproduksi biang induk (starter) dengan produksi rata-rata 20 lt/bulan. Telah dilakukan pula uji kompatibilitas dari masing-masing agen POH. Laporan secara detail kegiatan ditampilkan terpisah pada laporan teknik. Disamping itu juga dilakukan upaya-upaya teknik penyimpanan yang berbeda agar mikroba mudah dalam penggunaan dan penyimpanan. Sejumlah sekitar 30 isolat baru dari lingkungan Wonogiri juga telah berhasil diisolasi dan sedang dipelajari potensinya dalam mendukung pengembangan POH (menambat N<sub>2</sub> bebas, melarutkan P, menghasilkan hormon tumbuh) dan agen bioremediasi bahan kimia agro (laporan detail bisa dilihat pada lap teknik).

### **Koordinasi, orientasi dan pemilihan lokasi di Wonogiri**

Kegiatan lapangan diawali dengan melakukan koordinasi dengan Dinas Pertanian, Bappeda dan masyarakat petani pada umumnya, khususnya kelompok tani pertanian organik di Wonogiri yang tergabung dalam Asosiasi Pertanian Organik (APO). Pada kesempatan tersebut juga dilakukan orientasi kegiatan pertanian di daerah Wonogiri. Kabupaten Wonogiri mempunyai luas wilayah 182.236,02 ha yang terdiri dari berbagai jenis/macam tanah antaralain :

Aluvia, Litosol, Regosol, Andosol, Grumusol, Mediterian dan Latosol.

Adapun penggunaan tanah meliputi :

1. Sawah : 30,913 ha
2. Tegal : 57,583 ha
3. Bangunan/Pekarangan : 37,306 ha
4. Hutan Negara : 16,290 ha
5. Hutan Rakyat : 16,202 ha
6. Lain-lain : 23,942 ha

Dari data tersebut khususnya produksi padi sawah tahun 2007 mengalami sedikit kenaikan dari 53,60 kw/ha menjadi 53,90 kw/ha dan padi gogo dari 30,81 kw/ha menjadi 31,20 kw/ha. Sedangkan untuk palwija bervariasi untuk masing-masing komoditi.

Ketersediaan pangan untuk padi dan jagung di Kab. Wonogiri surplus masing - masing sebesar 59.868 ton padi dan 199.751 ton jagung. Dari skoring Ketahanan pangan Kab. Wonogiri masih dalam kategori aman (hijau) meskipun di 1 kecamatan dalam kategori kuning. Dengan topografi daerah yang tidak rata, perbedaan antara satu kawasan dengan kawasan lain membuat kondisi sumber daya alam juga saling berbeda. Di Wonogiri hampir sebagian besar tanahnya tidak terlalu subur untuk pertanian, berbatuan dan kering membuat penduduknya lebih banyak merantau (boro).

Tanaman pisang juga merupakan komoditas pertanian yang banyak ditanam, dan banyak yang mengalami kerusakan cukup parah akibat terserang hama penyakit. Ini perlu menjadi perhatian untuk dilakukan peninjauan dan penelitian mengenai penyebab dan solusi penanggulangannya. Di Wonogiri juga sudah ada upaya pembuatan pupuk organik cair (POC) yang dikerjakan secara tradisional dari bahan dasar yang tersedia di daerah setempat. Produk POC ini perlu dibantu verifikasi ilmiahnya oleh pihak team peneliti LIPI.

Rencana kegiatan aplikasi pupuk organik hayati di Wonogiri disambut dengan baik oleh Dinas pertanian dan Bappeda setempat sehingga team LIPI menyampaikan rencana kegiatan secara rinci dan terbuka pada forum yang lebih luas.

### **Sosialisasi program pada persiapan Musyawarah Rencana Pembangunan Daerah (Murenbangda)**

Sehubungan dengan permintaan Ketu Bappeda (Bp. Pranoto) maka dilakukan sosialisasi kegiatan dalam bentuk seminar dihadapan sekitar 60 peserta. Peserta yang hadir antara lain adalah Ketua BAPPEDA dan Staf, beberapa anggota DPRD (Bp Sulardi, Komisi D; Bp Sunarmin SE, Komisi A; Bp. Iskandar Amd, Komisi B; Bp. Sardi SE, Komisi C), Dinas Pertanian dan jajarannya, kelompok tani, anggota dari APO (Asosiasi Petani organik) dan perwakilan Petani serta para Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL), sedangkan penyelenggara seminar adalah BAPPEDA Wonogiri.

Pada kesempatan tersebut disampaikan dua tema seminar yaitu :

- Sosialisasi mengenai apa dan bagaimana pentingnya penggunaan pupuk organik pada umumnya, khususnya pupuk organik hayati

dalam praktek pertanian sehingga dicapai system pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Pada kesempatan tersebut juga disampaikan rencana kegiatan penelitian lapangan yang meliputi pelatihan pembuatan pupuk organik, pembuatan Demoplot pertanian organik, pendampingan yang akan dilaksanakan di Wonogiri, dan target outcome akhir kegiatan adalah kabupaten Wonogiri menjadi salah satu wilayah "Organic village" pada tingkat nasional. Salah satu pesan utama adalah mengurangi penggunaan bahan kimia agro sampai 50% (pupuk kimia dan pestisida) dengan mengoptimalkan pemanfaatan pupuk organik hayati tersebut, dengan tetap meningkatkan hasil panen sehingga ketahanan pangan tetap aman dan ditingkatkan. Dalam kesempatan tersebut banyak pertanyaan dan komentar baik dari petani maupun *stake holder* yang intinya mengharapkan bahwa hasil riset pupuk organik hayati LIPI dapat menjawab tantangan dan problem yang ada yaitu hasil panen yang cenderung turun dan meraja-ralanya berbagai gangguan hama dan penyakit, ketika selama ini lebih mengandalkan pupuk kimia. Di sisi lain kesadaran dan kepercayaan masyarakat akan pentingnya pupuk organik masih rendah. Untuk itu pembekalan akan urgensi pupuk organik dalam menjaga kesuburan tanah adalah sangat penting. Langkah awal yang segera harus dilakukan adalah penyadartahuan masyarakat yang dikemas dalam pelatihan dan sekaligus diajarkan kepada masyarakat dalam menyiapkan pupuk organik. Sementara bahan dasar pembuatan pupuk organik hayati cair dan padat tersedia di masyarakat, yang diperlukan tinggal stater mikroba hayati, maka biaya yang diperlukan untuk penyediaan pupuk organik yang berkualitas menjadi jauh lebih murah dibanding jika beli dari pasaran yang pada kenyataannya tidak adanya jaminan kualitasnya. Terkait program pelatihan, telah diundang sekitar 60 peserta (Ketua kelompok tani, PPL, dan perwakilan anggota APO) dari seluruh wilayah kab Wonogiri. Dalam pelatihan diadakan pembuatan pupuk cair sekitar 600 L dan sekitar 1 ton pupuk organik hayati padat, dan pupuk tersebut setelah jadi digunakan pada demplot percontohan pada petani.

- Pentingnya pertanian organik dalam menghadapi perubahan iklim dan pemanasan global. Dalam seminar ini digambarkan sekilas mengenai keuntungan-keuntungan dari system pertanian organik yang benar dalam menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O yang relative lebih rendah dibandingkan system pertanian

“konvensional” yang masih menggunakan pupuk kimia dan pestisida yang berlebihan. Dengan terjadinya penurunan emisi yang dapat diharapkan dari system pertanian organik yang tepat maka akan berdampak pada pengurangan efek pemanasan global dan perubahan iklim.

Sasaran dan target dari sosialisasi program adalah agar Kelompok Tani masing-masing kecamatan lebih paham dan menyadari, dan membuat rencana program (proposal) terkait aplikasi pupuk organik di wilayahnya untuk mendapatkan support dari PEMDA, yang diajukan dalam Murenbangda. Pada intinya anggota DPRD sangat setuju, sehingga pada kegiatan 2012, PEMDA menganggarkan untuk program pendampingan guna mendukung program pupuk organik hayati LIPI.



**Gambar.** Koordinasi dengan Kepala Dinas Pertanian, salah satu anggota DPRD, dan Ketua Asosiasi Petani Organik-APO (Kiri) dan presentasi sosialisasi program PN5 pupuk organik hayati di Wonogiri pada pra Musrenbangda yang difasilitasi BAPPEDA-Wonogiri.

Untuk rencana kegiatan di kebun CSC, telah dilakukan pengolahan tanah seluas 2500 m<sup>2</sup> dan akan segera ditanami Kedelai, Kacang panjang dan Kacang tanah dengan diberi perlakuan pupuk dasar pupuk organik hayati padat dan dikombinasikan aplikasi pupuk organik hayati cair (POHC).

Untuk kegiatan di Cimelati, dilakukan sosialisasi dan aplikasi. Kegiatan Cimelati adalah langsung ke praktisi industri sayur-sayuran yang melibatkan petani plasma sekitar 15 orang. Meskipun demikian, kegiatan tetap dikoordinasikan dengan pihak Pemda, khususnya BPPPK (Balai Penyuluhan Pertanian, Perkebunan, Perikanan dan kelautan) di wilayah Cicurug.



**Gambar.** Pembekalan dan pelatihan pembuatan Pupuk Organik hayati (POH) di Wonogori

### **Aplikasi POH di tiga wilayah di Jawa**

Sesuai dengan sasaran kegiatan bahwa diharapkan hasil penelitian laboratorium dan demplot POH bisa dimanfaatkan oleh petani, maka kelanjutan dari kegiatan sosialisasi dan pelatihan adalah aplikasi POH di masyarakat petani.

Permasalahan paling berat adalah kontinuitas suatu kegiatan ketika program selesai dilakukan pada suatu wilayah. Untuk itu meskipun output kegiatan tiap tahun adalah 1 wilayah model aplikasi POH maka pada tahun pertama dilakukan di 3 wilayah, dengan menitikberatkan kegiatan pada satu wilayah yang betul-betul sudah siap, dan akan dijadikan model wilayah pengadopsi teknologi POH dan 2 wilayah yang lain sebagai titik awal untuk kegiatan pada tahun berikutnya. Pada tahun pertama telah dipilih Kabupaten Wonogiri sebagai output model wilayah yang mengadopsi teknologi POH StarTmik-Beyonic LIPI, dengan cakupan wilayah 4 Kecamatan dan meliputi 12 Desa aplikasi POH secara mandiri. Hasil rata-rata panen pada tanaman yang diaplikasi StarTmik-Beyonic LIPI dan dilakukan pengurangan pupuk anorganik dari standard, secara umum meningkat antra 20-30 persen.

**Tabel 1.** Data panen padi di lahan Bpk Sardi, desa Nambangan, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri

No Ubinan	Panen Padi Kering Panen (Ton/Ha)		Panen bobot Jerami (Ton/Ha)	
	POH + Anorganik 70%	Anorganik 100%	POH + Anorganik 70%	Anorganik 100%
1	12.800	8.960	24.000	16.000
2	11.200	8.800	24.800	16.000
3	10.400	8.000	20.800	15.200
4	13.600	8.800	27.200	16.000
5	11.680	10.400	24.000	16.800
Jumlah	59.680	44.960	120.800	80.000
Rata-rata	11.936	8.992	24.160	16.000

**Tabel 2.** Jumlah anakan tanaman padi Bpk Sardi, desa Nambangan, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri

No. Ubinan	POH + Anorganik 70% (Anakan/rumpun padi)	Anorganik 100% (Anakan/rumpun padi)
1	24.2	19.3
2	24.7	17.5
3	24.2	18.5
4	23.8	19.5
5	26.2	25.4
Jumlah	123.1	100.2
Rata-rata	24.62	20.04

Kemandirian petani dalam pembuatan dan aplikasi POH dibuktikan dengan keberlanjutan kegiatan meskipun pihak LIPI tidak ada di Lapangan dan dalam hal ini stater atau biang induk POH cukup dikirim atau diambil oleh pengurus Asosiasi Petani Organik (APO) yang sekaligus sebagai supervisor. Pada akhir tahun kegiatan DIPA, kegiatan aplikasi POH dimasyarakat terus berlangsung dan meliputi wilayah yang lebih luas. Pada akhir tahun kegiatan, sebetulnya telah diaplikasikan pada lebih dari 10 desa yang meliputi lebih dari 4 kecamatan dan diharapkan pada kegiatan tahun ke-2 sudah bisa dilaporkan hasil panennya.



**Gambar.** Panen raya padi aplikasi POH LIPI bersama aparat Pemda, Anggota dewan, Asosiasi petani organik dan masyarakat petani di Selogiri-Wonogiri

Untuk dua wilayah aplikasi yang lain adalah kawasan CSC, Cibinong dan Cimelati-Sukabumi. Untuk aplikasi POH yang di kawasan CSC meliputi tanaman Kacang tanah, kacang Panjang dan Kedelai dengan luas total sekira 3000 m<sup>2</sup>. Data yang diutamakan dari parameter yang diukur lebih ditekankan pengaruh aplikasi POH terhadap sifat biokimia tanah (data detail ditampilkan pada laporan terpisah). Panen sayuran Kol yang diaplikasi POH + 50 % Anorganik mencapai 31.2 ton/Ha, sementara yang diaplikasi 100% anorganik mencapai 30,8 ton/Ha. Sedangkan untuk tanaman Cabe dengan standard petani yang diaplikasi POH-Beyonik-SarTmik menunjukkan hasil 50 % lebih tinggi dibanding dengan tanaman cabe standard petani yang diaplikasi POH merek yang dijual di pasaran.

### **Revitalisasi Laboratorium Pupuk Organik Hayati**

Dalam upaya meningkatkan kapasitas fungsi laboratorium terkait peningkatan mutu kinerja dan kualitas/kuantitas hasil riset serta pelayanan ke pada masyarakat pengguna, maka telah diupayakan untuk melengkapi laboratorium khusus pupuk organik hayati yang terpisah dari kelompok laboratorium ekologi dan fisiologi mikroba. Fungsi dan kegiatan

Laporan Teknik 2011

laboratorium POH lebih ditekankan untuk peningkatan kualitas biang induk, jaminan mutu POH dan sarana showroom serta pelatihan. Pada tahun pertama kegiatan PN, telah terbangun ruangan laboratorium khusus pupuk organik meliputi ruangan utama untuk produksi starter (biang induk) yang dilengkapi fermentor BL-Bio buatan China (sterilisasi in situ dengan fasilitas kontrol layar sentuh), shaker dan oven; ruang inokulasi yang dilengkapi dengan laminar air flow; ruang analitik yang dilengkapi spektrofotometri dan tiga ruangan lagi meliputi ruang cuci, ruang penyimpanan kultur dan ruang staf pengelola laboratorium.



**Gambar .** Laboratorium pupuk organik (kiri atas) dan Fermentor sarana produksi starter (kanan atas), dan training operasional fermentor oleh perwakilan BLBIO produsen alat dari China (bawah).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adesemoye, AO. 2008. Enhanced plant nutrient use efficiency with PGPR and AMF in an integrated nutrient management system. *Can. J. Microbiol.* 54: 876–886
- Amador, JA, Glucksman, AM, Lyons, JB, Gorres, JH. 1997. Spatial distribution of soil phosphatase activity within a riparian forest. *Soil sci.*, 162:808-825
- Antonius S, Agustiyani, D, Laili N, Simbolon, RBP. 2009b. Sifat Biologi dan Kimia Tanah Pada Beberapa Komoditas Pertanian di Malinau-Kaltim. *Prosiding Seminar Nasional Sains II*, p : 495-500.
- Antonius S, Laili N, Yanti, Nurkanto A, Agustyani D. 2009a. Eksplorasi dan penapisan mikroba dari malinau sebagai agen hayati pendukung pertanian yang berkelanjutan. *Prosiding Lingkungan Hidup, Seminar Nasional Biologi XX dan Kongres PBI XIV UIN Maliki Malang*, pp: 347-357.
- Antonius, S, Agustiyani, D, Rahmansyah, M and Martono, B. 2007. Development of Sustainable agriculture: Soil Microorganisms Enzymatic Activity of Organic Farming on jabopuncur Catchment's Area Treated with agricultural wastes as Biofertilizier dalam Nugroho AP, Retnoaji B, Daryono BS, Maryani KD, Susandarini S, Marliana SM. *Contribution Towards a Better Human Prosperity*. Faculty of Biology-UGM, Jogjakarta, pp: 340-341.
- Bandick, AK. and Dick, RP. 1999. Field management effect on soil enzyme activities. *Soil Biol. Biochem.* 31: 1471-1479.
- Cooper, R.L., 2003. A delayed flowering barrier to higher soybean yields. *Field Crops Res.* 82: 27–35.
- Haynes, RJ. 1999. Size and activity of the soil microbial biomass under grass and arable management. *Boil.Fertil. soils*, 30:210-216
- Hu, C and Cao, Z. 2007. Size and activity of the soil microbial biomass and soil enzyme activity in long-term field Experiments. *Word Journal of Agricultural Sciences*, 3:63-70
- Kloepper, JW 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* species. *Phytopathology* 94: 1259–1266

- Laili, N dan Antonius, S. 2009. Potensi Aktinomisetes Indigenous Malinau Sebagai Agen Biokontrol Untuk Mendukung Pertanian Berwawasan Lingkungan di Malinau Kalimantan Timur. Proseding "Seminar nasional Biologi di ITS th 2009. Pp: 219-227
- Nsabimana, D., Haynes, R.J. and Wallis, M.F. 2004. Size, activity and catabolic diversity of the soil microbial biomass as affected by land use. *Appl. Soil Ecol.*, 26: 81-92
- Rahmansyah M, Antonius S and Sulistinah N. 2009. Phosphatase and Urease Instability Caused by Pesticides Present In Soil Improved by Grounded Rice Straw. *ARNP Journal of Agriculture and Biological Science* 2: 56-62.
- Salvagiotti, F., Cassman, K.G., Specht, J.E., Walters, D.T., Weiss, A., Dobermann, A. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research* 108: 1–13
- Schinner FE, Kandeler E, Ohlinger R, Margesin R. 1996. *Method in Soil Biology*. Berlin: Springer-Verlag.
- Specht, J.E., Hume, D.J., Kumudini, S.V., 1999. Soybean yield potential a genetic and physiological perspective. *Crop Sci.* 39: 1560–1570.