

SKRIPSI

**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENGHASIL FITOHORMON IAA
ASAL JARINGAN TANAMAN PADI PADA RAWA LEBAK DAN
RAWA PASANG SURUT SUMATERA SELATAN**

MEIRIA ROSA CHAN

05043102009



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN**

JURUSAN TANAH

2008

S

579.307
cha
e
C-070251
2008

R. 17946/10391

SKRIPSI



**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENGHASIL FITOHORMON IAA
ASAL JARINGAN TANAMAN PADI PADA RAWA LEBAK DAN
RAWA PASANG SURUT SUMATERA SELATAN**

MEIRIA ROSA CHAN

05043102009



UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

2008

RINGKASAN

MEIRIA ROSA CHAN. Eksplorasi Bakteri Endofitik Penghasil Fitohormon IAA Asal Jaringan Tanaman Padi pada Rawa Lebak dan Rawa Pasang Surut Sumatra Selatan (Dibimbing oleh A. MADJID dan NUNI GOFAR)

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan biakan bakteri endofitik dari jaringan akar, batang, dan daun tanaman padi baik varietas lokal maupun varietas unggul yang tumbuh pada lahan rawa lebak dan pasang surut Sumatra Selatan yang berkemampuan menghasilkan fitohormon IAA (Indol Asetat Acid).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Percobaan dalam penelitian ini menggunakan konsorsium bakteri endofitik tanaman padi lebak dan pasang surut asal jaringan akar, batang, dan daun yang terbukti mampu menghasilkan fitohormon IAA dalam 3 kali pengujian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri endofitik yang diekstrak dari jaringan akar, batang, dan daun berbagai varietas padi yang diambil dari rawa lebak dan pasang surut mampu menghasilkan fitohormon IAA. Konsentrasi fitohormon yang tertinggi dihasilkan oleh konsorsium bakteri endofitik asal jaringan batang padi IR42 Manggar umur 75 hst ($1,952 \mu\text{g/ml}$) dan yang terendah ($0,682 \mu\text{g/ml}$) dihasilkan oleh bakteri endofitik asal jaringan akar padi Ciherang umur 40 hst pada rawa pasang surut, sedangkan produksi fitohormon IAA pada rawa lebak dihasilkan oleh konsorsium bakteri endofitik asal jaringan batang padi IR42 umur 14 hst ($1,950 \mu\text{g/ml}$) dan yang terendah ($0,810 \mu\text{g/ml}$) dihasilkan oleh konsorsium bakteri endofitik asal jaringan akar padi Ciherang umur 14 hst.

SUMMARY

MEIRIA ROSA CHAN. The Exploration of Endophytic Bacteria The Producer of Phytohormone IAA Extracted From Rice Tissues Grown on Swamp and Tidal Swamplands of South Sumatera (Guided by A. MADJID and NUNI GOFAR)

This Research aim is to get bacteria materials of endophytic of root tissues, stem, and leaf rice from local varieties and also pre-eminent varieties grown on swamp and tidal swamplands of South Sumatera able to reduce phytohormone IAA.

This Research was done in Cemical, Biological, and fertility Laboraturium, Soil Departement, Agriculture Faculty, of Sriwijaya University. In this research we use consortium of endophytic bacteria of rice on swamp and tidal swamplands extracted from root tissues, stem and leaf that produce the phytohormone IAA in three times examination.

Result of research indicate that endophytic bacteria which extract from root tissues, stem and leaf taken from the rice varieties planted grown on swamp and tidal swamplands can produce phytohormone IAA, and also bacteria endophytic extracted from the stem tissues and root tissues neither to the rice planted grown on swamp and tidal swamplands. Concentration of phytohormone is highest to be yielded by endophytic bacteria extract from stem tissues of rice IR42 Manggar age 75 day after plant ($1.952 \mu\text{g/ml}$) and that is lowest ($0.682 \mu\text{g/ml}$) yielded by endophytic bacteria extract from root tissues of rice Ciherang age 40 day after plant on tidal swamplands, while production of phytihormone IAA planted grown on swamp yielded by endophytic bacteria extract from stem tissues of rice 14 day after plant ($1.950 \mu\text{g/ml}$) and that is lowest ($0.810 \mu\text{g/ml}$) yielded by endophytic bacteria extract from root tissues of rice 14 day after plant.

**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENGHASIL FITOHORMON IAA
ASAL JARINGAN TANAMAN PADI PADA RAWA LEBAK DAN
RAWA PASANG SURUT SUMATERA SELATAN**

Oleh :

**MEIRIA ROSA CHAN
05043102009**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

pada

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN**

JURUSAN TANAH

2008

SKRIPSI

EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENGHASIL FITOHORMON IAA ASAL JARINGAN TANAMAN PADI PADA RAWA LEBAK DAN RAWA PASANG SURUT SUMATERA SELATAN

Oleh :

MEIRIA ROSA CHAN
05043102009

telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian

Pembimbing I,



Dr. Ir. A. Madjid, M.S.
NIP 131695376

Indralaya, Desember 2008

Fakultas Pertanian

Universitas Sriwijaya

Pembimbing II,



Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S.
NIP 131893639

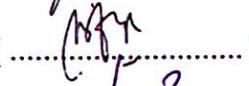
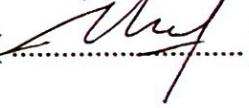
Prof. Dr. Ir. H. Imron Zahri, M.S.
NIP 130516530

Dekan,



Skripsi berjudul "Eksplorasi Bakteri Endofitik Penghasil Fitohormon IAA Asal Jaringan Tanaman Padi pada Rawa Lebak dan Rawa Pasang Surut Sumatera Selatan" oleh Meiria Rosa Chan yang telah dipertahankan di depan tim komisi penguji pada tanggal 27 November 2008.

Komisi Penguji

1. Dr. Ir. A. Madjid, M.S.	Ketua	()
2. Dra. Dwi Probowati. S., M.S.	Sekretaris	()
3. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S.	Anggota	()
4. Ir. Siti Nurul Aidil Fitri	Anggota	()
5. Ir. Alamsyah Pohan, M.S.	Anggota	()

Mengetahui
Ketua Jurusan Tanah



Dr. Ir. Adipati Napoleon, MS.
NIP 131916243

Mengesahkan
Ketua Program Studi Ilmu Tanah



Dr. Ir. Dwi Setyawan, M.Sc.
NIP 131844037

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, adalah hasil penelitian dan investigasi saya sendiri dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain atau gelar yang sama di tempat lain.

Indralaya, November 2008

Yang membuat pernyataan,



Meiria Rosa Chan

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 13 Mei 1986 di Karang Raja Kota Prabumulih, yang merupakan anak keempat dari empat bersaudara. Orang tua bernama Malihan dan Sofia. HS.

Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 15 Prabumulih pada tahun 1998, sekolah lanjutan tingkat pertama pada tahun 2001 di SLTP N 2 Prabumulih, dan sekolah menengah umum di SMU PGRI Prabumulih pada tahun 2004. Sejak Agustus 2004 penulis tercatat sebagai Mahasiswa di Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB).

Selama menjadi mahasiswa, penulis dipercaya menjadi Asisten Kimia Tanah pada semester V dan Asisten Dasar-Dasar Ilmu Tanah pada semester V, serta Asisten Biologi Tanah pada semester VII dan semester IX.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Motto :

Berusaha dan Berdo'a

Kupersembahkan kepada :

- ⇒ *Mama dan Papa terima kasih atas segenap cinta, do'a, kesabaran, dan keikhlasannya*
- ⇒ *Abangku Chevin, Okta, Pairly, Ayuk Lili, dan Ama Warni atas semua do'a dan dukungannya*
- ⇒ *Aak Soni yang selalu setia dan menyayangiiku*
- ⇒ *Kak Tiar thanks for all*
- ⇒ *Teman-teman seperjuangan Yan, Nana, Rike, Vini, dan Ria (one for all, all for one)*
- ⇒ *Teman-teman seangkatan Soil Science '04 (Ulan, Santa, Dia, Tati, Sri, Dian, Vira, Lutfi, Dodik, Zaki, Kak Novo, Kak Nizar, Yanraffi, Otong, Leo, Doni, Ade, Mushib, Rio, Deni, Kardi, Tato)*
- ⇒ *Widyastuti and Endang Nice to meet you*
- ⇒ *Semua mahasiswa Jurusan Tanah Fakultas Pertanian UNSRI*

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENGHASIL FITOHORMON IAA ASAL JARINGAN TANAMAN PADI PADA RAWA LEBAK DAN RAWA PASANG SURUT SUMATERA SELATAN**".

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Ir. A. Madjid, M.S. dan Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S. yang telah memberikan pengarahan, petunjuk, dan saran serta bimbingan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada : dosen penguji ibu Ir. Siti Nurul Aidil Fitri dan Ir. Alamsyah Pohan, M.S. serta Dra. Dwi Probowati. S., M.S., pembimbing akademik bapak Ir. Syamsul Bahri Alwie, Ketua Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya bapak Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.S. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi sebagai penyandang dana penelitian Hibah Bersaing XVI yang diketuai oleh Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S.

Harapan Penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua walaupun masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk lebih sempurnanya penulisan laporan akhir ini. Dengan adanya karya kecil ini semoga dapat menambah pengetahuan untuk penelitian selanjutnya.

Indralaya, November 2008

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	3
C. Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Bakteri Endofitik	5
B. Bakteri Endofitik pada Tanaman Padi	7
C. Produksi Fitohormon oleh Bakteri Endofitik	9
D. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofitik Pemacu Tumbuh	13
III. PELAKSANAAN PENELITIAN	15
A. Tempat dan Waktu	15
B. Bahan dan Alat	15
C. Metodologi Penelitian	16
D. Cara Kerja	16
1. Persiapan	17
2. Pelaksanaan	17



	Halaman
3. Kegiatan di Laboratorium	17
E. Peubah yang Diamati	18
F. Penyajian Data dan Analisis Data	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
A. Karakteristik Sifat Kimia dan Biolgi Tanah	20
1. Sifat Kimia Tanah	20
2. Sifat Biologi Tanah	22
B. Tanaman Padi Sumber Konsorsium Bakteri Endofitik	23
1. Pasang Surut	23
2. Rawa Lebak	26
C. Produksi Fitohormon IAA	28
1. Pasang Surut	29
2. Rawa Lebak	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
A. Kesimpulan	36
B. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Respirasi Tanah (mg CO ₂ /kg/hari) dan Total Mikroba (spk/g tanah) Pasang Surut dan Rawa Lebak	22
Tabel 2. Kode konsorsium bakteri endofitik, umur tanaman dan lokasi pengambilan contoh tanaman	24
Tabel 3. Kode konsorsium bakteri endofitik, umur tanaman dan lokasi pengambilan contoh tanaman	27
Tabel 4. Produksi IAA yang disumbangkan ke media tumbuh oleh bakteri endofitik hasil ekstraksi dari jaringan akar, batang dan daun tanaman padi pasang surut	30
Tabel 5. Produksi IAA yang disumbangkan ke media tumbuh oleh bakteri endofitik hasil ekstraksi dari jaringan akar, batang dan daun tanaman padi rawa lebak	33



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Analisis Beberapa Sifat Kimia Tanah Pasang Surut	43
Lampiran 2. Hasil Analisis Beberapa Sifat Kimia Tanah Rawa Lebak	44
Lampiran 3. Hasil Uji t Hubungan Produksi IAA oleh Bakteri Endofitik Asal Tanaman Pasang Surut	45
Lampiran 4. Hasil Uji t Hubungan Produksi IAA oleh Bakteri Endofitik Asal Tanaman Rawa Lebak	46
Lampiran 5. Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah dari Pusat Penelitian Tanah tahun (1983)	47

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jaringan tanaman merupakan habitat yang cocok bagi kehidupan bakteri endofitik. Selain pada jaringan akar (Kloepper *et al.*, 1999), beberapa peneliti telah menemukan bakteri yang hidup pada jaringan organ tanaman lainnya seperti pada umbi (Sturz, 1995), buah dan biji (McInroy dan Kloepper, 1995), batang (Stoltzfus *et al.*, 1997), dan daun (Quadt-Hallman *et al.*, 1997). Widayati dan Soedarsono (2007) berhasil mendapatkan 4 isolat bakteri yang diisolasi dari jaringan tanaman tebu. Hasil reisolasi bakteri endofitik yang telah diberi penanda gen menunjukkan bahwa bakteri endofitik terdistribusi pada seluruh bagian tanaman tebu mulai dari daerah perakaran, batang dan daun.

Diketahui beberapa jenis bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman (bakteri endofitik) memiliki potensi meningkatkan pertumbuhan tanaman sehingga dapat mengurangi pemakaian pupuk buatan. Sebanyak 106 isolat bakteri endofitik telah diuji kemampuannya dalam menghasilkan zat pemacu tumbuh auxin dan menambat nitrogen, sehingga mampu mengurangi penggunaan pupuk kimia nitrogen serta kemampuan memproduksi senyawa aktif (pemacu tumbuh, enzim selulose ekstraselular atau beberapa jenis antibiotik) (Susilowati *et al.*, 2004).

Menurut Stierle *et al.* (1995), pemanfaatan bakteri endofitik dengan memproduksi senyawa aktif memiliki beberapa kelebihan, antara lain : 1) lebih cepat menghasilkan dalam mutu yang seragam, 2) dapat diproduksi dalam skala besar, dan 3) kemungkinan diperoleh komponen bioaktif baru dengan memberikan kondisi yang

berbeda. Disamping itu, James dan Olivares (1997) menambahkan bahwa sejumlah bakteri endofitik yang telah berhasil diisolasi dari bagian dalam beberapa tanaman pangan yaitu padi, jagung, sorgum, dan tebu, dapat meningkatkan secara nyata penambatan N₂.

Disadari bahwa sumberdaya alam Indonesia dari tahun ke tahun semakin menurun, maka pengisolasian dan pelestarian bakteri endofitik akhir-akhir ini mulai ditingkatkan. Peningkatan potensi bakteri endofitik baik untuk keperluan pertahian maupun kesehatan mulai dikembangkan. Penelitian Melliauwati *et al.* (2004) yang mengisolasi bakteri endofitik asal tumbuhan mangrove memberikan hasil, 11 isolat bakteri mampu menghasilkan senyawa aktif anti bakteri *Pseudomonas solanacearums*, 54 isolat bakteri dan 24 isolat kapang mampu melakukan proses penambatan nitrogen, dan 29 isolat bakteri dan 33 isolat kapang mampu menghasilkan fitohormon Indol Asetat Acid (IAA). Hasil seleksi terhadap isolat endofitik asal tanaman hutan menghasilkan 21 isolat bakteri mampu menghasilkan senyawa aktif anti bakteri *Xanthomonas campestris*, 45 isolat bakteri mampu melaksanakan proses penambatan nitrogen dan 12 bakteri mampu menghasilkan hormon tumbuh IAA dengan kisaran konsentrasi antara 1.280-16.163 µg/ml.

Eksplorasi dan seleksi bakteri endofitik pemacu tumbuh asal tanaman padi yang sehat yang tumbuh pada ekosistem lebak dan pasang surut penting dilakukan untuk mendapatkan pupuk hayati yang dapat mengoptimalkan pertumbuhan awal tanaman padi dan meningkatkan produktivitas rawa lebak dan pasang surut. Pemanfaatan bakteri endofitik selain dapat memacu pertumbuhan tanaman, juga

merupakan suatu alternatif yang ramah lingkungan karena residu dan dampak penggunaannya tidak mencemari lingkungan.

Dengan menggali potensi bakteri endofitik asal jaringan tanaman padi yang mempunyai kemampuan menghasilkan fitohormon IAA pada lahan rawa lebak dan pasang surut, diharapkan penggunaan pupuk buatan/pupuk anorganik khususnya nitrogen dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi di lahan berkesuburan rendah seperti lahan rawa lebak dan pasang surut dapat diminimalkan.

Tanaman padi yang ditanam di rawa lebak dan pasang surut terdiri dari padi varietas unggul dan varietas lokal. Budidaya tanaman padi varietas unggul selalu menggunakan pupuk buatan (walaupun tidak sesuai dosis anjuran), sedangkan varietas lokal jarang dipupuk, namun kedua varietas tersebut menghasilkan produksi yang relatif sama. Kondisi tersebut menimbulkan dugaan adanya peran mikroba tertentu yang berasosiasi dengan tanaman padi yang membantu memacu pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri endofitik dari jaringan akar, batang, dan daun tanaman padi baik varietas lokal maupun varietas unggul yang tumbuh pada lahan rawa lebak dan pasang surut Sumatera Selatan yang berkemampuan menghasilkan fitohormon IAA.

C. Hipotesis

Diduga ada kehidupan bakteri endofitik dalam jaringan akar, batang, dan daun tanaman padi baik varietas lokal maupun varietas unggul yang dibudidayakan pada lahan rawa lebak dan pasang surut Sumatera Selatan yang berkemampuan menghasilkan fitohormon IAA.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, S., and S. T. Shende. 1987. Tetrazolium reducing microorganisme inside the root of *Brassica species*. Curr. Sci. 56:187-188.
- Ahmad, F., I. Ahmad, M.S. Khan. 2005. Indoleacetic acid production by the indigenous isolates of *Azotobacter* and *fluorescent Pseudomonad* in the presence and absence of tryptophan.
- Ali, G.M. dan N. Gofar. 2007. Uji kemampuan bakteri endofitik jaringan tanaman cabai merah asal ekosistem lebak sebagai pemacu pertumbuhan tanaman. Laporan Hasil Penelitian PHK A2 Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Azevedo, J.L., W. Maccheroni. Jr., J.O. Pereira, and W. L. Aradjo. 2000. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. Bio/Technology 3:40-65.
- Bell, C. R., G. A. Dickie, W. L. G. Harvey, and J. W. Y. F. Chan. 1995. Endophytic bacteria in grapevine. Can. J. Microbiol. 41:46-53.
- Bent, E., and C.P. Chanway. 1998. The growth promoting effects of a bacterial endophytic on lodgepole pine are partially inhibited by the presence of other rhizobacteria. Can. J. Microbiol. 44:980-988.
- Bottini, R., M. Fuchieri, D. Pearce, and R.P. Pharis. 1989. Identification of gibberellins A₁, A₃ and iso-A₃ in culture of *Ezospirillum lipoperum*. Plant Physiol. 90: 45-47.
- Darnell, J., H. Lodish, and H. Baltimore. 1986. Molecular Cell Biology. New York, Scientific American Books, Inc.
- Davies, P.J. 1995. The Plant Hormones: Their nature, Occurance, and function. Dalam Davies, P.J. (ed). *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biolog*. Dordrecht: Kluwer Ac. Publ.
- Gagne, S., C. Richard, H. Rousseau, and H. Antoun. 1987. Xylem-residing bacteria in alfalfa roots. Can. J. Microbiol. 33:996-1000.
- Gamalero, E., L. Fracchia, M. Cavaletto, J. Garbaye, P. Frey-Klett, G.C. Varese, and M.G. Martinotti. 2003. Characterization of ectomycorrhizal fungi. Soil Biol & Biochem. 35(1):55-65.

- Garcia de Salamone, L.E., and L.M. Nelson. 2004. Effects of cytokinin-producing *Pseudomonas* PGPR on tobacco callus growth. Available at: <http://www.ag.auburn.edu/argentina/pdimanuscripts/garciadesalamone.pdf> [24 Sept 2007]
- Gardner, F.P., R. B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerjemah: Susilo dan Subiyanto. Cetakan Pertama. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Gofar, N. 2004. Eksplorasi dan seleksi konsorsium mikroba daun pemacu tumbuh asal tumbuhan dari ekosistem Air Hitam Kalimantan Tengah. *Agrikultura*. 15(2):97-102.
- Grimault, V., and P. Prior. 1994. Invasiveness of *Pseudomonas solanacearum* in tomato, eggplant and pepper: a comparative study. *Eur. J. Plant Pathol.* 100:259-267.
- Hallmann, J., R. Rodriguez-Kabana, and J.W. Kloepper. 1999. Chitinmediated changes in bacterial communities of the soil, rhizosphere and within roots of cotton in relation to nematode control. *Soil Biol. Biochem.* 31:551-560.
- Hindersah, R., M.R. Setiawati & B.N. Fitriatin. 2002. Penentuan sumber karbon dan nitrogen untuk meningkatkan kualitas inokulan Azotobacter sebagai pupuk biologis pada pembibitan tomat. *Laporan Penelitian*. Pada Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Jacobs, M. J., W. M. Bugbee, and D. A. Gabrielson. 1985. Enumeration, location, and characterization of endophytic bacteria within sugar beet roots. *Can. J. Bot.* 63:1262-1265.
- Jaizme-Vega, M.C., A.S. Rodriguez-Romero, M.S.P. Guerra. 2004. Potential use of rhizobacteria from the *Bacillus* genus to stimulate the plant growth of micropropagated bananas. Available at: <http://www.edpsciences.org/articles/fruits/pdf/2004/02/14008/pdf> [24 Sept 2007]
- James, E.K. and F.L. Olivares. 1997. Infection and colonization of sugar cane and other graminaceous plants by endophytic diazotroph. *Cristal Reviews in Plant Science* 17:77-119.
- Joo, G.J., V. Kim, I.J. Lee, K.S. Song, and I.K. Rhee. 2004. Growth promotin of red pepper plug seedling and the production of gibberellins by *Bacillus cercus*, *Bacillus macroides* and *Bacillus pumilus*. Available at: <http://www.ingentaconnect.com/content/klu/bile/2004/00000026> [24 Sept 2007]

- Kloepper, J. W., R. Rodriguez-Ubana, G. W. Zehnder, J. F. Murphy, E. Sikora, and C. Fernandez. 1999. Plant root-bacterial interactions in biological control of soil borne disease and potensial extension to systemic and foliar disease. Aust. Plant Pathol. 28: 21-26.
- Kobayashi, D. Y. and J. D. Palumbo. 2000. Bacterial endophytes and their effects on plants and uses in agriculture, p. 199-233. In C. W. Bacon and J. F. White (ed.), Microbial endophytes. Marcel Dekker, Inc., New York, N. Y.
- Krishnamurthy, K., and S.S. Gnanamanickam. 1997. Biological control of sheath blight of rice: induction of systemic resistance in rice by plant-associated *Pseudomonas* spp. Curr. Sci. 72:331-334.
- Lamb, T.G., D.W. Tonkyn, and D.A. Kluepfel. 1996. Movement of *Pseudomonas aureofaciens* from the rhizosphere to aerial plant tissue. Can. J. Microbiol. 42:1112-1120.
- Leben, C., G. C. Daft, and A. F. Schmitthenner. 1968. Bacteria blight of soybeans: population levels of *Pseudomonas glycinea* in relation to symptom development. Phytopathology. 58:1143-1146.
- Malik, K.A., R. Bilal, S. Mehnaz, G. Rasul, M.S. Micza and S. Ali. 1997. Association of nitrogen-fixing, plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) with kalar grass and rice. Plant Soil. 194:37-44.
- McInroy, J.A. and J.W. Kloepper. 1995. Survey of indigenous bacterial endophytes from cotton and sweet corn. Plant Soil. 186: 213-218.
- Melliawati, R, P. Simanjuntak, D. H. Widyaningrum, F. Octavia, E. Ismawati, Muryati, dan D. Sukmawijaya. 2004. Pengembangan agensi biologis untuk Pupuk Bio & Pengendalian penyakit tanaman : DIP, Indonesia institute of sciences. Available at : http://puslittan.bogor.net/berkas_PDK/IPTEK/2007/Nomor-1/04-Rasti.pdf+balteri+endofitik (diakses tanggal 09 – 04 – 2007).
- Pa'dua, V.L.M., H.P. Masuda, H.M. Alves, K.D. Schwarcz, V.L.D. Baldani, P.C.G. Ferreira, and A.S. Hemerly. 2001. Effect of endophytic bacterial indole acetic acid (IAA) on rice development. Dept. Broquimica Medica, Rio de Janeiro.
- Patriquin, D. G., and J. D&oring;bereiner. 1978. Light microscopy observations of tetrazolium-reducing bacteria in the endorhizosphere of maize and other grasses in Brazil. Can. J. Microbiol. 24:734-742.
- Quadt-Hallman, A.N. Benhamou and J.W. Kloepper. 1997. A bacterial endophytic in cotton: mechanism of entering the plant. Can. J. Microbiol. 43: 577-582.

- Radji, M. 2005. Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi. Departemen Farmasi. FMIPA Universitas Indonesia, Jakarta.
- Rismunandar, 1988. *Hormon Tumbuhan dan Ternak*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Ross, I. M. M., and M. J. Hattingh. 1983. Scanning electron microscopy of *Pseudomonas glycinea* pv. *Morsprunorum* on sweet cherry leaves. *Phytopathol. Z.* 108:18-25.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. 2nd Ed. McGraw-Hill, New York, NY.
- Stierle, A., D. Stierle, G. Strobel, G. Bigman, and P. Grothes. 1995. Bioactive metabolites of the endophytic fungi of positif yew *taxus brevifolia*. Elsevier Scientific Publ., Ireland.
- Stoltzfus, J. R., R. So. P. P. Malarvithi, J. K. Ladha, and F. J. De Bruijin. 1997. Isolation of endophytic bacteria from rice and assessment of their potential for supplying rice with biologically fixed nitrogen. *Plant Soil.* 194: 25-36.
- Strobel, G.A., and B. Daisy. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products *Microbiol & Mol. Biologi Rev.* 67 (4): 491-502.
- Sturz, A.V. 1995. The role of endophytic bacteria during seed piece decay and potato tuberization. *Plant Soil.* 175: 257-263.
- Sturz, A.V. and J. Nowak. 2000. Endophytic communities of rhizobacteria and strategies required to create yield-enhancing associations with crops. *Appl. Soil Ecol.* 15 : 183-190.
- Susilowati, D. N., R. Saraswati, Elsanti, dan E. Yuniarti. 2004. Isolasi dan seleksi mikroba diazotrof endofitik dan penghasil zat pemacu tumbuh pada tanaman padi dan jagung. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman, Balai Penelitian bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Sudiarto dan Gusmaini. 2004. Pemanfaatan bahan organik in situ untuk efisiensi budidaya jahe yang berkelanjutan. Balai Penelitian Tanaman dan Obat. *Jurnal Litbang Pertanian.* 23(2): 37-45.
- Sutariati, G.A.K. 2005 Perlakuan benih dengan biokontrol untuk pengendalian penyakit antraknosa dan peningkatan mutu benih cabai Disersasi: Pada Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Thakuria, D., N.C. Talukdar, C. Goswami, S. Hazarika, R.C. Boro, and M.R. Khan. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *Current Sci.* 86:978-985.

- Werner, P. 1992. *Symbiosis of plant and microbes*. Chapman and Halls, London.
- Widayati, W.E. dan Soedarsono. 2007. Penggunaan penandaan gen gft untuk penelusuran sifat endofitik bakteri Diazotrof. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia, Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta. Available at: <http://journal.discoveryindonesia.com/index.php/hayati/article> (diakses tanggal 9 – 4 – 2007)
- Zinniel, D.K., P. Lambrecht, N.B. Harris, Z. Feng, D. KuczmarSKI, P. Higley, C.A. Ishimaru, A. Arunakumari, R.G. Barletta, and A.K. Vidaver. 2002. Isolation and characterization of endophytic colonizing bacteria from agronomic crops and prairie plants. *Plant soil*. 68:2198-2208.