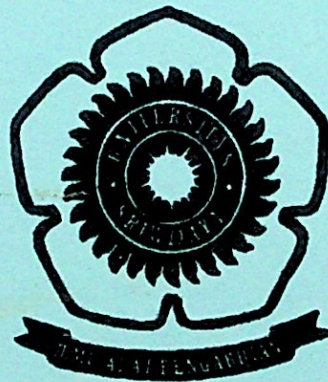


**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENAMBAT NITROGEN ASAL
JARINGAN TANAMAN PADI RAWA LEBAK DAN PASANG SURUT
DAN KONTRIBUSINYA TERHADAP AMMONIUM DAN NITRAT**

Oleh

RIKE NOVIKASARI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2009

623 07

C.1 1

632.623 of
100
e
c-070231
2009

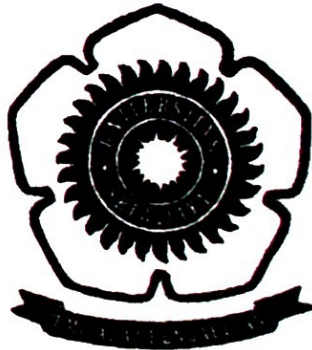


**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENAMBAT NITROGEN ASAL
JARINGAN TANAMAN PADI RAWA LEBAK DAN PASANG SURUT
DAN KONTRIBUSINYA TERHADAP AMMONIUM DAN NITRAT**

- 18/10
- 18/05

Oleh

RIKE NOVIKASARI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2009

SUMMARY

RIKE NOVIKASARI. Endophytic Nitrogen-Fixing Bacteria in Lowland Paddy
(Under supervision of Ir. Sabaruddin, M.Sc., Ph.D. and Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S).

The objective of current study was to isolate endophytic nitrogen-fixing bacteria from root, stem and leaf tissues of both local and hybrid paddy grown in lowland swamp and tidal swamp of South Sumatera.

The experiment was conducted in Soil Biology Laboratory of Soil Departement Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The experiment was arranged in completely Randomized Design, testing two treatments, i.e. Paddy variety (local and hybrid), and paddy field location (swamp and tidal swamp).

The result showed that endophytic nitrogen-fixing bacteria isolated from root, stem, and leaf tissue of paddy were able to fix N_2 as shown the existence of both ammonium and nitrate in the growth medium. The highest content of ammonium ($12,156 \text{ mg L}^{-1}$) was detected in growth medium inoculated with the isolate of endophytic nitrogen-fixing bacteria from root tissue of hybrid paddy grown in swamp and the highest content of nitrate ($0,580 \text{ mg L}^{-1}$) was detected in the growth medium inoculated with isolate from stem tissue of hybrid paddy grown in swamp.

RINGKASAN

RIKE NOVIKASARI. Eksplorasi Bakteri Endofitik Penambat Nitrogen Asal Jaringan Tanaman Padi Rawa Lebak dan Pasang Surut dan Kontribusinya terhadap Ammonium dan Nitrat (Dibimbing oleh **Ir. SABARUDDIN, M.Sc., Ph.D.** dan **Dr. Ir. NUNI GOFAR, M. S.**).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan biakan bakteri endofitik dari jaringan akar, batang, dan daun tanaman padi baik varietas unggul maupun varietas lokal yang tumbuh pada lahan rawa lebak dan pasang surut Sumatra Selatan yang berkemampuan menambat nitrogen dan mampu memberikan kontribusi ammonium dan nitrat ke tanaman padi.

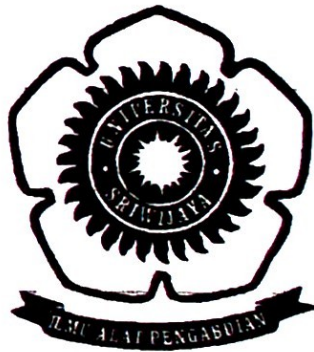
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Percobaan dalam penelitian ini menggunakan konsorsium bakteri endofitik tanaman padi yang ditanam di rawa lebak dan rawa pasang surut asal jaringan akar, batang, dan daun yang terbukti mampu memberikan kontribusi ammonium dan nitrat dalam 3 kali pengujian pada media tumbuh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri endofitik yang diekstrak dari jaringan akar, batang, dan daun berbagai varietas padi yang diambil dari rawa lebak dan rawa pasang surut mampu menambat N_2 yang dideteksi oleh ammonium dan nitrat pada media tumbuh. Sumbangan ammonium tertinggi diberikan bakteri endofitik asal jaringan akar tanaman padi varietas unggul yang ditanam di rawa lebak ($12,156 \text{ mg L}^{-1}$), dan sumbangan nitrat tertinggi oleh bakteri endofitik asal jaringan batang padi varietas unggul yang ditanam di rawa lebak ($0,580 \text{ mg L}^{-1}$).

**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENAMBAT NITROGEN ASAL
JARINGAN TANAMAN PADI RAWA LEBAK DAN PASANG SURUT
DAN KONTRIBUSINYA TERHADAP AMMONIUM DAN NITRAT**

Oleh

RIKE NOVIKASARI



pada
**PROGRAM STUDI ILMU TANAH
JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2009

**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENAMBAT NITROGEN ASAL
JARINGAN TANAMAN PADI RAWA LEBAK DAN PASANG SURUT
DAN KONTRIBUSINYA TERHADAP AMMONIUM DAN NITRAT**

**Oleh
RIKE NOVIKASARI
05043102026**

SKRIPSI

**sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar
Sarjana Pertanian**

**pada
PROGRAM STUDI ILMU TANAH
JURUSAN TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

INDRALAYA

2009

Skripsi Berjudul

**EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENAMBAT NITROGEN ASAL
JARINGAN TANAMAN PADI RAWA LEBAK DAN PASANG SURUT
DAN KONTRIBUSINYA TERHADAP AMMONIUM DAN NITRAT**

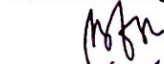
**Oleh
RIKE NOVIKASARI
05043102026**

**telah diterima sebagai salah satu syarat
untuk meraih gelar
Sarjana Pertanian**

Pembimbing I,



W. Sabaruddin, M. Sc., Ph. D.

Pembimbing II,


Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S.


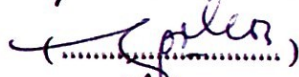

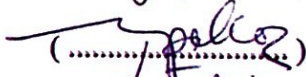
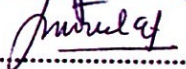
Indralaya, Februari 2009

**Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya
Dekan,**


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

Skripsi berjudul “ Eksplorasi Bakteri Endofitik Penambat Nitrogen Asal Jaringan Tanaman Padi Rawa Lebak dan Pasang Surut dan Kontribusinya terhadap Ammonium dan Nitrat” oleh Rike Novikasari yang telah dipertahankan di depan tim komisi penguji pada tanggal 04 Februari 2009.

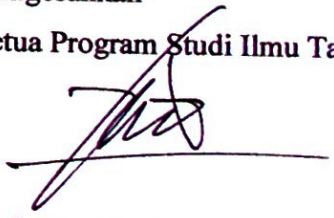
Komisi Penguji

1. Ir. Sabaruddin, M.Sc., Ph.D.	Ketua	()
2. Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.S.	Sekretaris	()
3. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S.	Anggota	()
4. Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.S.	Anggota	()
5. Ir. Siti Nurul Aidil Fitri	Anggota	()

Mengetahui
Ketua Jurusan Tanah


Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.S.
NIP 131916243

Mengesahkan
Ketua Program Studi Ilmu Tanah

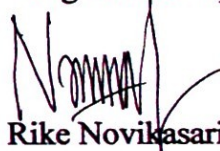

Dr. Ir. Dwi Setyawan, M.Sc.
NIP 131844037

PERNYATAAN

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

Indralaya, Februari 2009

Yang membuat pernyataan,



Rike Novikasari

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 15 November 1986 di Bengkulu, merupakan putri pertama dari empat bersaudara, buah hati pasangan Robinson dan Farianti Okapiani.

Pendidikan sekolah dasar diselesaikan penulis pada tahun 1998 di SDN 32, sekolah lanjutan tingkat pertama pada tahun 2001 di SLTPN 1 dan sekolah menengah umum tahun 2004 di SMUN 05 semuanya diselesaikan di Bengkulu. Sejak September tahun 2004 melalui jalur SPMB penulis terdaftar sebagai mahasiswa S₁ Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, pada Program Studi Ilmu Tanah.

Selama menjadi mahasiswa penulis menjadi Asisten Praktikum Dasar-dasar Ilmu Tanah tahun 2005, Asisten Praktikum Agroteologi pada tahun 2006 dan Asisten Praktikum Biologi Tanah pada tahun 2006 dan 2007 .

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian yang berjudul **“EKSPLORASI BAKTERI ENDOFITIK PENAMBAT NITROGEN ASAL JARINGAN TANAMAN PADI RAWA LEBAK DAN PASANG SURUT DAN KONTRIBUSINYA TERHADAP AMMONIUM DAN NITRAT”**.

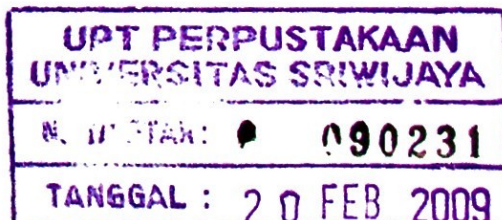
Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Sabaruddin, M.Sc., Ph.D. dan Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S. yang telah memberikan pengarahan, petunjuk, dan saran serta bimbingan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada : dosen penguji bapak Dr. Ir. Adipati Napoleon, M.S. dan ibu Ir. Siti Nurul Aidil Fitri, pembimbing akademik bapak Ir. Agus Hermawan, M.S., 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, Februari 2009

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	3
C. Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Bakteri Endofitik	4
B. Kemampuan Bakteri Endofitik Memfiksasi Nitrogen	6
C. Bakteri Endofitik pada Tanaman Padi	7
III. PELAKSANAAN PRAKTIKUM	
A. Tempat dan Waktu	9
B. Bahan dan Alat	9
C. Metode Penelitian	10
D. Cara Kerja	11
E. Peubah yang Diamati	13
F. Analisis Data	13



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sumber Konsorsium Baktri Endofitik.....	14
1. Lokasi Pengambilan Contoh Tanaman.....	14
2. Varietas, Umur dan Teknik Budidaya Tanaman Contoh.....	16
B. Keberadaan Bakteri Endofitik Pemfiksasi Nitrogen Asal Rawa Lebak dan Rawa Pasang Surut.....	20
C. Kandungan Ammonium dan Nitrat pada Media Tumbuh in Vitro..	20

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	28
B. Saran.....	28

DAFTAR PUSTAKA.....	29
----------------------------	-----------

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Beberapa Sifat Kimia Tanah	15
2. Total Mikroba (spk/g tanah) dan Respirasi Tanah (mg CO ₂ /kg/hari) Rawa Pasang Surut dan Rawa Lebak.....	17
3. Varietas, umur dan tehnik budidaya tanaman padi sumber konsorsium bakteri endofitik asal rawa lebak	18
4. Varietas, umur dan tehnik budidaya tanaman padi sumber konsorsium bakteri endofitik asal rawa pasang surut	20
5. Ammonium dan nitrat yang disumbangkan ke media tumbuh oleh Bakteri Endofitik hasil ekstraksi dari jaringan akar, batang dan daun tanaman padi rawa lebak dan rawa pasang surut.....	21
6. Kandungan ammonium dan nitrat oleh bakteri endofitik asal jaringan tanaman padi varietas unggul dan varietas lokal dari lokasi rawa lebak dan rawa pasang surut	23

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Kriteria penilaian sifat kimia tanah.....	34
2. Pengukuran respirasi tanah	34
3. Sumbangan ammonium dan nitrat tanaman padi asal rawa lebak dan rawa pasang surut varietas unggul dan lokal.....	35
4. Hasil uji F efluks CO ₂ tanah rawa lebak dan rawa pasang surut.....	35
5. Hasil uji F pengaruh varietas, lokasi, asal jaringan terhadap sumbangan ammonium oleh Bakteri Endofitik.....	36
6. Hasil uji F pengaruh varietas, lokasi, asal jaringan terhadap sumbangan nitrat oleh Bakteri Endofitik.....	36

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Berbagai bakteri penambat nitrogen telah banyak diisolasi dari rhizosfer dan rhizoplane tanaman non leguminose (Dobereiner, 1992 dalam Kirchof *et al.*, 1997). Bakteri endofitik merupakan bakteri penambat nitrogen yang hidup di jaringan tanaman non legum. Bakteri endofitik mampu hidup di dalam jaringan tumbuhan, karena sebagian atau seluruh dari siklus hidupnya menempati jaringan tumbuhan hidup dan tidak menyebabkan infeksi yang nyata seperti gejala penyakit tanaman (Sturz & Nowak, 2000). Bakteri ini dapat ditemukan dalam jaringan akar, batang dan pembuluh xilem (James *et al.*, 2000). Bakteri endofitik tergolong bakteri yang bersimbiosis mutualisme dengan tanaman.

Beberapa bakteri endofitik dapat mengikat nitrogen (N_2) bebas (Kenedy *et al.*, 1997; Klopper *et al.*, 1999; Morris, 2001). Fallik & Okon (1996) menyatakan bahwa *Azospirillum* mampu meningkatkan hasil panen tanaman pada berbagai jenis tanah dan iklim dan menurunkan kebutuhan pupuk nitrogen sampai 35%. Inokulasi *Azospirillum lipoferum* pada tanaman jagung menyebabkan peningkatan hasil panen sekitar 10% (Madigan *et al.*, 1997). Di samping itu, *Azospirillum* sp. dapat meningkatkan jumlah serabut akar padi (Gunarto *et al.*, 1999), tinggi tanaman, dan menambah konsentrasi fitohormon asam indol asetat (AIA) dan asam indol butirat (AIB) bebas di daerah perakaran (Fallik *et al.*, 1988). Bakteri diazotrof endofitik, *Herbaspirillum*, yang diinokulasikan pada benih padi dalam larutan Hoagland yang mengandung ^{15}N -label dapat meningkatkan 40% total N tanaman. Infeksi

Herbaspirillum spp pada biji tanaman padi terjadi melalui akar dan stomata, kemudian ditranslokasikan melalui xilem ke seluruh bagian tanaman (Olivares *et al.*, 1996).

Selain mampu mengikat N_2 , beberapa bakteri endofitik juga mampu mensekresikan hormon pertumbuhan, seperti indol-3-asetat (Ladha *et al.*, 1997). Berbagai jenis bakteri endofitik dapat menghasilkan metabolit yang dapat menghambat patogen seperti antibiotik, hidrogen sianida, siderofor dan enzim pedegradasi dinding sel.

Lahan basah seperti lahan rawa, baik rawa lebak ataupun rawa pasang surut, umumnya dinilai sebagai lahan marginal dan memiliki masa reduktif (kadar oksigen yang rendah), akan tetapi lahan tersebut memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian. Pengembangan lahan tersebut perlu perhatian khusus, antara lain dengan perencanaan yang teliti, penerapan teknologi yang sesuai dan pengelolaan yang tepat. Penerapan pupuk buatan (pupuk kimia) secara terus menerus dengan dosis yang tinggi akan menyebabkan degradasi tanah seperti asidifikasi dan kerusakan struktur tanah. Secara tidak langsung, hal itu mempengaruhi mobilitas unsur hara pada tanaman sehingga mempengaruhi produktivitas tanaman serta berdampak terhadap kerusakan lingkungan.

Adanya peran bakteri endofitik penambat N_2 yang berasosiasi dengan tanaman padi, sebagai alternatif pupuk hayati dan sumber nitrogen yang ramah lingkungan dapat dipelajari dengan melakukan seleksi bakteri penyumbang nitrogen. Untuk itu, peneliti menggali potensi bakteri endofitik asal jaringan tanaman padi rawa lebak dan rawa pasang surut Sumatera Selatan varietas lokal dan varietas unggul pada lahan tersebut sebagai penyumbang nitrogen.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bakteri endofitik penambat nitrogen asal jaringan akar, batang dan daun tanaman padi asal varietas lokal dan varietas unggul yang ditanam di rawa lebak dan pasang surut Sumatera Selatan dan mengetahui kontribusinya terhadap ammonium dan nitrat.

C. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Diduga akan ditemukan bakteri endofitik dari jaringan akar, batang dan daun padi varietas lokal dan varietas unggul asal rawa lebak dan pasang surut Sumatera Selatan yang bisa menyumbang ammonium dan nitrat.
2. Ada perbedaan sumbangan ammonium atau nitrat oleh bakteri endofitik yang diekstrak dari jaringan akar, batang atau daun tanaman padi yang tumbuh di lahan rawa lebak dan rawa pasang surut Sumatera Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baldani, V.L.D., J.I. Baldani, F.L. Oliveres, & J. Dobereiner. 2000. Identification and ecology of *Herbaspirillum seropediense* and closely related *Pseudomonas rubrisubalbicans*. *Symbiosis*. 13: 25-29.
- Baldani J.I, L. Caruso, V.L.D. Baldani, S.R. Goi, J. Dobereiner. Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biol Biochem* 1997;29:911-22.
- Boddey, R.M., O.C. de Oliveira, S. Uquaiaga, V.M. Reis, F.L. Olivares, V.L.D. Baldani, & J. Dobereiner. 1995. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: contributions and prospect for improvement. *Plant Soil*. 174:195-209.
- Cavalcante, V.A., & J. Dobereiner. 1988. A new acid-tolerant nitrogen fixing bacterium associated with sugarcane. *Plant Soil* 108:23-31.
- Crawford, R.M.M.. 1978. Metabolic adaptations to anoxia. In: R.M.M. Crawford and D.D. Hook (Eds.) *Plant Life in Anaerobic Environments*. (pp. 119-136). Michigan, USA: Ann Arbor Science.
- Dobereiner, J., V.M. Reis, M.A. Paula, & F. Oliveres, in *New Horizons in Nitrogen Fixation* (eds Placios, R., Mora, J. And W.E. Newton), Academic Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 1993, pp. 671-674.
- Elbeltagy A, Y.Ando. 2005. Phylogenetic analysis of *nifH* gene sequences from nitrogen-fixing endophytic bacteria associated with roots of three rice varieties. *J. Food. Agric. Environ*. 3(1): 237-242.
- Elbeltagy A, K. Nishioka, T. Sato, H. Suzuki, Y. Bin, T. Hamada, T. Isawa, H. Mitsui, & K. Minamisawa. 2001. Endophytic colonization and in planta nitrogen fixation by *Herbaspirillum* sp. isolated from wild rice. *Appl. Environ. Microbiol*. 67(11): 5285-5293.
- Engelhard, T., T Hurek, & B. Reinhold-Hurek. 2000. Preferential occurrence of diazotrophic endophyte, *Azarcus* sp. In wild rice species and land races of *Oryza sativa* in comparison with modern race. *Environ. Microbiol*. 2 : 131-141.
- Engelstad, O. P. 1997. Efisiensi Serapan Hara P oleh Tanaman Kedelai. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Fallik, E., Y. Okon, Y. Epstein, A. Goldman, & M. Fischer. 1988. Identification and qualification of IAA and IBA *Azospirillum brasilense* inoculated maize roots. *Soil Biol. Biochem*. 21:147-153.

- Fallik, E. & Y. Okon. 1996. The response of maize (*Zea mays*) to *Azospirillum* inoculation in various types of soils in the field. *World. J. Microb. Biotech.* 12:511-515.
- Gillis M, K. Kersters, B. Hoste, D. Janssens, R. M. Kroppenstedt, M. P. Stephan, K. R. S. Teixeira, J. Döbereiner, & J. de Ley. 1989. *Acetobacter diazotrophicus* sp. nov., a nitrogen-fixing acetic acid bacterium associated with sugar cane. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 39:361-364.
- Gyaneshwar, P., E.K. James, N. N. Mathan, P. M. Teddy, B. Reinhold-Hurek, & J. K. Ladha. 2001. Endophytic colonization of rice by a diazotrophic strain of *Serratia marcescens*. *J. bacterial.* 183:2634-2645.
- Gunarto, L., K. Adachi, & T. Senboku. 1999. Isolation and Selection of indigenous *Azospirillum* spp. from a subtropical island, and effect of inoculation on growth of lowland rice under several levels of N application. *Biol. Fert. Soils* 28:129-135.
- Hakim, N. *et al.*. 1988. *Kesuburan Tanah*. UNILA. Lampung. Hal : 112-115.
- 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. <http://www.edpsciences.org/articles/fruits/pdf/2004/02/14008.pdf>. (27-10-2004)
- James, E. & F.L. Olivares. 1997. Infection and colonization of sugarcane and other graminaceous plants by endophytic diazotrophicus. *Plant Science.* 17:77-119.
- James E.K., P. Gyaneshwara, W.L. Barraquio, N. Mathan, & J.K. Ladha. 2000. Endophytic diazotroph associated with rice. *In: J.K. Ladha, P.M. Reddy (Eds.). The quest for nitrogen fixation in rice.* IRRI.
- Kennedy, IR., L.L. Pereg-Grek, C. Wood, R. Dealer, K. Gilchrist, & S. Katuplitiya. 1997. Biological nitrogen fixation in non-leguminous field crops: facilitating the evolution of an effective association between *Azospirillum* and wheat. *Plant Soil*, 194: 65-79.
- Kloepper, J.W., R. Rodriguez-Ubana, G.W. Zehnder, J. F. Murphy, E. Sikora, & C. Fernandez. 1999. Plant root-bacterial interaction in biological control of soil borne disease and potential extension to systemic and foliar disease. *Aust. Plant Pathol.* 28: 21-26.
- Ladha, J.K, F.J. de Bruijn, & K.A. Malik. 1997. Introducing assessing opportunities for nitrogen fixation in rice: a frontier project. *Plant Soil.* 194:1-10.

- Li, R. P., & I. C. MacRae. 1991. Specific association of diazotrophic acetobacters with sugarcane. *Soil Biol. Biochem.* 23:999–1002.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko, & J. Parker. 1997. *Brock, the Biology of Microorganisms*. 8th Prentice Hall. Upper saddle River. New Jersey.
- Malik, K.A., R. Bilal, S. Mehnaz, G. Rasul, M.S. Mirza & S. Ali. 1997. Association of nitrogen-fixing, plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) with kallar grass and rice. *Plant Soil*. 194: 37-44.
- Mazzafera P. & K.V. Goncalves. Nitrogen compounds in the xylem sap of coffee. *Phytochemistry* 1999;50:383–6.
- Morris, C. 2001. the impact of biofilms on the ecology and control of epiphytic Bacteria. Interdisciplinary Plant Biology Seminar Speaker, January 29, 2001. Plant Pathology Station, INRA, France.
- Njoloma J, K. Tanaka, T. Shimizu, T. Nishiguchi, Z. Muhammad, R. Akashi, M. Oota, & S. Akao (2006). Infection and colonization of aseptically micropropagated sugarcane seedlings by nitrogen-fixing endophytic bacterium, *Herbaspirillum* spp. b501 gfp1. *Biol. Fertil. Soil* (In Press).
- Olivares, F.L., V.L.D. Baldani, V.M. Reis, J.I. Baldani, & J. Dobereiner. 1996. Occurrence of the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum* spp. In roots, stems and leaves predominantly of Gramineae. *Biology Fertility Soils*, 21: 197-200.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Term of Reference Proyek Penelitian Pertanian Menunjang Transmigrasi (P3MT). Bogor
- Stierle, A., D. Stierle, G. Strobel, G. Bigman, & P. Grothes. 1995. Bioactive metabolites of the endophytic fungi of pasific yew *Taxus brevifolia*. Elsevier Scientific Publ., Ireland.
- Sturz, A.V. & Nowak. 2000. Endophytic communities of rhizobacteria and strategies required to create yield-enhancing associations with crops. *Appl. Soil Ecol.* 15:183-190.
- Stoltzfus, J.R., R. So. P.P. Malarvithi, J.K. Ladha, & 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.
- Susilowati, D.N., R. Saraswati, Elsanti, 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

Thakuria. D., N. C. Takular, C. Goswami, S Hzarika, R. C. Boro, & M. R. Khan. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils os Assam. *Current Sei* 86:978-985.

Tejera N.A., E. Ortega, R. Rode's, & C. Lluch. Influence of carbon and nitrogen sources on growth, nitrogenase activity and carbon metabolism of *Gluconacetobacter diazotrophicus*. *Can J Microbiol* 2004;50(9):745-50.