

**Uji Efektivitas Inokulan Bakteri Endofitik Dengan Berbagai Bahan Pembawa
untuk Memacu Pertumbuhan Padi di Tanah Lebak**

02090110010500115

Siti Nurul Aidil Fitri

Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Email: (gandiswijaya@yahoo.co.id)

ABSTRACT

The aim of this research are: 1) to evaluate carrier media combinations which are effectively for bacteria endofitic inoculation, and 2) to evaluate the bacteria endofitic inoculant with some carrier media for growth promoting and N absorbstion of swamp rice. The first step of this research was a field survey for determination swamp soil sampling that would be used as plant media. The soil sampling was collected from swamp area at field research of Agriculture Faculty Sriwijaya University. Soil analysis was done as addition data. The research used random completely design consisting of six media combinations with three replications. The media were 1) control (P0), 2) LGI liquid media (P1), 3) rough zeolite (P2), 4). refined zeolite (P3), 5) peat (P4), 6) rice straw compos (P5). Result of research showed that: 1) the different bacteria carrier media effected significantly on all parameters. However the Least Significant different test showed that the significantly difference only with control treatment but there was no difference among the other treatments, and 2) composted rice straw media produce the best rice growth parameters.

Keywords : endofitic, rice, swamp

PENDAHULUAN

Lahan rawa lebak di Sumatera Selatan cukup luas, yaitu 1,1 juta hektar, yang sudah dimanfaatkan untuk budidaya tanaman padi seluas 288.637 ha (Bappeda, 2005). Untuk mendukung upaya pemerintah dalam mewujudkan Sumatera Selatan sebagai lumbung pangan perlu dikembangkan teknologi peningkatan produktivitas lahan rawa lebak.

Peningkatan produksi pada lahan marginal dengan penerapan teknologi yang sesuai diantaranya dengan mengupayakan bakteri indigen pada tanah tersebut. Bakteri yang hidup di dalam jaringan tumbuhan tanpa menyebabkan gejala penyakit tetapi tidak bersifat parasit bahkan bermanfaat bagi inang yang ditempatinya, dikenal dengan nama bakteri endofitik (Sturz dan Nowak, 2000) . Endofitik masuk ke jaringan tumbuhan terutama melalui akar, akan tetapi bisa juga masuk melalui bunga, batang dan kotiledon (Zinniel *et al.*, 2002).

Dari hasil penelitian Gofar *et al.*, (2008), terdapat dua konsorsium bakteri endofitik yang secara konsisten mampu memacu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan serapan N tanaman padi. Hasil penelitian sampai fase primordia di rumah kaca menunjukkan bahwa jumlah anakan produktif, bobot kering berangkasan, dan kadar N terbaik dicapai jika tanaman padi ditanam di tanah asal rawa lebak yang diinokulasi dengan bakteri endofitik dengan kepadatan 10^7 - 10^9 spk ml^{-1} disertai pupuk N 75 % kebutuhan tanaman. Artinya, penggunaan bakteri endofitik yang diinokulasi dalam jaringan batang tanaman padi dapat menghemat penggunaan pupuk N sebesar 25 % dari kebutuhan tanam (Fitri, 2009).

Bakteri endofitik yang terbukti mampu memacu pertumbuhan tanaman, perlu disimpan dalam bahan pembawa, agar dapat bertahan dalam waktu lama dan tidak kehilangan kemampuannya dalam memacu pertumbuhan tanaman, sehingga dapat digunakan pada waktu yang diinginkan. Selama ini bakteri endofitik disimpan dalam bahan pembawa buatan media LGI. Dalam penelitian ini diharapkan akan ada bahan pembawa lain yang mampu menggantikan bahan pembawa buatan tersebut, yang lebih efektif dan efisien. Beberapa bahan pembawa yang dicobakan dalam penelitian ini adalah zeolit, kompos jerami padi, gambut dan media LGI. Zeolit yang mempunyai kemampuan menyerap air dan kation yang tinggi diharapkan mampu menyimpan bakteri. Kompos jerami padi masih menyediakan berbagai senyawa organik dan unsur hara sebagai sumber makanan bagi bakteri. Adapun gambut, merupakan media yang digunakan sebagai pembawa *Rhizobium* dalam inokulan legum, sehingga diharapkan gambut dapat menjadi bahan pembawa yang baik pula bagi bakteri endofitik. LGI sebagai media tumbuh bakteri endofitik menjadi kontrol bahan pembawa (Gofar *et al.*, 2008). Bakteri endofitik yang disimpan dalam berbagai bahan pembawa akan diuji kemampuannya untuk memacu pertumbuhan dan produksi tanaman padi yang ditanam di tanah lebak. Tujuan penelitian adalah 1) menguji dan mempelajari kombinasi berbagai bahan pembawa yang efektif untuk menginokulasi bakteri endofitik, dan 2) menguji inokulan bakteri endofitik dengan berbagai bahan pembawa efektif untuk memacu pertumbuhan dan serapan N tanaman padi pada tanah lebak,

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan adalah : 1) konsorsium bakteri endofitik, 2) benih padi varietas Ciherang, 3) pupuk Urea, SP-36 dan KCl sebagai pupuk dasar, 4) zeolit kasar, 5) zeolit halus, 6) media LGI, 7) kompos jerami padi, dan 8) gambut dengan tingkat kematangan hemik. Percobaan pot dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan kombinasi perlakuan diulang 3 kali, perlakuan yang diberikan adalah : 1) Tanpa pupuk N (P_0), 2) Aplikasi bakteri endofitik dengan bahan pembawa media LGI (P_1), 3) Aplikasi bakteri endofitik dengan bahan pembawa zeolit halus (P_2), 4) Aplikasi bakteri endofitik dengan bahan pembawa zeolit kasar (P_3), 5) Aplikasi bakteri endofitik dengan bahan pembawa gambut (P_4), dan 6) Aplikasi bakteri endofitik dengan bahan pembawa kompos jerami padi (P_5).

Data yang dikumpulkan meliputi : Analisa tanah awal dan komponen produksi meliputi : bobot 100 butir, bobot gabah kering panen, persentase gabah hampa, dan produksi per ha.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Tanah Awal

Tanah yang digunakan dalam penelitian tergolong bereaksi masam (pH 4,70), dengan kejenuhan Al tinggi (34,44 %) dan kejenuhan basa sangat rendah (9,68 %). Kejenuhan basa yang sangat rendah ini diikuti oleh nilai kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah ($14,88 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$). Sementara itu, nilai K-dd dan Na-dd tergolong sedang ($0,32 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$ dan $0,44 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$), Ca-dd dan Mg-dd tergolong sangat rendah ($0,53 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$ dan $0,15 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$) serta N-total dan P-tersedia tergolong sedang (0,24 % dan $8,40 \mu\text{g g}^{-1}$). Akan tetapi, kandungan C-organik pada tanah ini tergolong sangat tinggi (5,17 %).

Secara umum dapat disimpulkan bahwa tanah yang digunakan sebagai media tumbuh dalam penelitian ini termasuk kategori dengan kesuburan tanah rendah sampai sedang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai pH tergolong sangat masam, basa tertukar seperti K-dd dan Na-dd tergolong sedang, Ca-dd dan Mg-dd tergolong sangat rendah. Sedangkan kandungan C-organik sangat tinggi, kandungan N-total dan P-tersedia tergolong sedang, KTK dikategorikan rendah. Hasil ini sejalan dengan pendapat Subagyo (2006) menyatakan bahwa pH tanah

lebak berkisar 4,0 sampai dengan 5,5 dan kandungan unsur-unsur makro tergolong rendah sampai sedang. Tetapi menurut Minsyah *et al.* (1994), petani di daerah rawa lebak Sumatera Selatan masih sangat jarang melakukan pemupukan dan jika melakukan pemupukan dosisnya masih sangat rendah. Sedangkan menurut Naning *et al.*, (2008), tingginya kandungan bahan organik pada tanah rawa disebabkan oleh proses dekomposisi yang terhambat akibat lahan yang selalu tergenang.

B. Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi

Dari hasil analisis keragaman diketahui bahwa perlakuan jenis inokulan yang dikombinasi dengan berbagai bahan pembawa memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap berat berangkasan kering tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peubah produksi yang diamati dan bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil sidik ragam pengaruh inokulan yang dikombinasi dengan berbagai bahan pembawa terhadap produksi

Peubah	F-Hitung	F-Tabel		KK (%)
		5 (%)	1 (%)	
Berat Berangkasan Kering	7,08**	3,11	5,06	3,34
Jumlah anakan produktif	1,39 ^{tn}	3,11	5,06	3,67
Bobot 100 butir gabah padi	2,19 ^{tn}	3,11	5,06	0,21
Bobot gabah kering panen	1,57 ^{tn}	3,11	5,06	5,52
Persentase gabah hampa	4,80*	3,11	5,06	5,57
Jumlah gabah per malai	1,13 ^{tn}	3,11	5,06	2,83
Produksi per hektar	1,56 ^{tn}	3,11	5,06	5,54

Ket : ^{tn} = berpengaruh tidak nyata ; * = berpengaruh nyata ; ** = berpengaruh sangat nyata

Perbedaan bahan pembawa yang diinokulasi dengan bakteri endofitik menyebabkan perbedaan bobot kering tajuk yang nyata (Tabel 1). Secara tabulasi rata-rata bobot kering tajuk yang diaplikasi dengan bahan pembawa kompos jerami padi menghasilkan bobot kering tajuk (10,76 g pot⁻¹) yang lebih baik dibandingkan dengan yang diaplikasi dengan bahan pembawa yang lain (Tabel 2).

Tabel 3. Jumlah anakan produktif, Bobot kering tajuk, Bobot 100 butir, Bobot gabah kering panen, Persentase gabah hampa, Jumlah gabah per malai dan Produksi per pot.

Perlakuan	Anakan produktif (batang)	Bobot kering tajuk (g)	Bobot 100 butir (gr)	Bobot gabah kering panen (gr)	Persentase Gabah Hampa (%)	Jumlah gabah per malai	Prod per
P ₀	4	4,63	2,53	6,55	23,42	77,75	1,0
P ₁	4,7	8,30	2,56	8,12	12,07	82,44	1,2
P ₂	6	10,44	2,59	11,35	8,58	88,68	1,8
P ₃	4,3	6,52	2,56	6,86	12,88	74,91	1,0
P ₄	4,3	6,49	2,56	7,52	12,35	79,13	1,2
P ₅	4,7	10,76	2,60	10,77	8,44	98,56	1,7

Untuk jumlah anakan produktif, inokulasi bakteri endofitik dalam berbagai bahan pembawa tidak memberikan pengaruh yang nyata, akan tetapi pada perlakuan P₂ mempunyai jumlah anakan produktif tertinggi dengan rata-rata jumlah anakan produktif 6 batang, namun masih tergolong rendah karena jumlah anakan produktif padi varietas Ciherang bisa mencapai 14 batang (Priyatmoko, 2009).

Menurut Kimura *et al.*, (1990) dalam Fitri (2009), salah satu kelemahan dari pemanfaatan mikroba rizosfer adalah jika mikroba dari tanah tertentu yang telah teruji kemampuannya dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman diinokulasi pada tanah lokasi lain belum tentu dapat mempertahankan kemampuannya yang telah teruji itu akibat ketidakmampuannya menyesuaikan diri di lingkungan baru.

Hasil analisis keragaman yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa inokulasi bakteri endofitik dalam berbagai bahan pembawa berpengaruh tidak nyata terhadap bobot 100 butir gabah padi. Bobot 100 butir gabah padi tertinggi terdapat pada P₂ dan P₅ yaitu sebesar 2,60 g pot⁻¹, sedangkan bobot terendah terdapat pada perlakuan P₀ yaitu sebesar 2,53 g pot⁻¹. Ini menunjukkan bahwa zeolit halus dan kompos jerami padi mampu menjadi bahan pembawa bakteri endofitik walaupun pengaruhnya belum memenuhi standar produksi padi varietas Ciherang. Diduga zeolit halus yang mempunyai luas permukaan lebih besar mampu menjadi bahan pembawa yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lain. Rakhmatullah *et al.*, (2007) menyatakan bahwa daya serap zeolit tergantung dari jumlah ruang hampa dan luas permukaan. Sedangkan pada kompos jerami padi, mampu menjadi bahan pembawa yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya karena masih menyediakan bahan organik sebagai sumber makanan bagi bakteri. Selain itu, Dobermann dan

Produkt per pi
 1,04
 1,29
 1,81
 1,09
 1,20
 1,71

Fairhurst (2000) dalam Arafah dan Sirappa (2003) mengemukakan bahwa kandungan hara tertinggi dalam jerami selain Si (4-7 %) adalah kalium, yaitu sekitar 1,2-1,7 %, sedangkan hara lainnya adalah N (0,5-0,8 %), P (0,07-0,12 %), dan S (0,05-0,10 %). Hal ini berarti dalam bahan organik yang berasal dari kompos jerami padi masih banyak terkandung unsur hara yang dapat dimanfaatkan tanaman.

Untuk berat gabah kering panen beragam antar perlakuan, yaitu dari 6,55 g pot⁻¹ hingga 11,35 g pot⁻¹. Namun, hasil analisis keragaman yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa inokulasi bakteri endofitik dalam berbagai bahan pembawa berpengaruh tidak nyata terhadap berat gabah kering panen. Pada Tabel 3 terlihat, berat gabah kering panen tertinggi dicapai pada perlakuan P₅ (11,35 g pot⁻¹). Suhartatik, Mastur, dan Partohardjono (1994); Partohardjono dan Makmur (1993) dalam Arafah dan Sirappa (2003) menjelaskan bahwa, nitrogen merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan dan produksi padi. Hal ini berkaitan dengan peranan nitrogen sebagai pembentuk molekul organik yang penting dalam tanaman, seperti asam amino, protein, enzim, asam nukleat dan klorofil (Partohardjono dan Makmur, 1993 dalam Arafah dan Sirappa). Rendahnya N tanaman akan berakibat pada rendahnya produksi.

Hasil sidik ragam untuk persentase gabah hampa (Tabel 4) menunjukkan bahwa inokulasi bakteri endofitik dalam berbagai bahan pembawa berpengaruh tidak nyata terhadap persentase gabah hampa. Persentase gabah hampa rata-rata terendah terdapat pada P₅ yaitu sebesar 8,45 % dan persentase gabah hampa tertinggi terdapat pada P₀ yaitu sebesar 23,42 %. Banyak hal yang mempengaruhi hampanya gabah. Rendahnya kandungan N akan menyebabkan besarnya persentase gabah hampa. De Datta (1981) menyatakan bahwa kebutuhan unsur hara N untuk tanaman padi pada masa primordia adalah sebesar 3,0-3,4 %.

Tabel 4. Pengaruh aplikasi bakteri endofitik dalam berbagai bahan pembawa terhadap persentase gabah hampa

Perlakuan	Persentase gabah hampa (%)
P ₀	23,42 b
P ₁	12,07 ab
P ₂	8,59 a
P ₃	12,89 ab
P ₄	12,36 ab
P ₅	8,45 a

BNJ 0,05 = 11,88

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata (BNJ_{0,05})

Sedangkan hasil sidik ragam untuk jumlah gabah per malai menunjukkan bahwa inokulasi bakteri endofitik dalam berbagai bahan pembawa berpengaruh tidak nyata. Jumlah gabah per malai beragam pada tiap pembawa yaitu dari 74,92 butir hingga 98,57 butir. Tanaman padi memerlukan nitrogen dalam jumlah yang banyak pada awal pertumbuhan sampai pembungaan untuk memaksimalkan jumlah malai produktif serta pada tahap pematangan biji (Yoshida, 1981 dalam Iqbal 2008). Tidak terpenuhinya kebutuhan N akan menyebabkan jumlah dan kualitas bulir menurun. Pasaribu (1983 dalam Purwaningsih (2004), mengemukakan bahwa simbiosis antara tanaman dan bakteri yang efektif dan efisien akan menghasilkan N tertambat yang tinggi, dimana N dapat digunakan oleh tanaman untuk tumbuh dan berkembang, sehingga pertumbuhannya akan menjadi lebih baik dan dapat meningkatkan hasil panen tanaman yang dibudidayakan.

Hasil analisis sidik ragam yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa inokulasi bakteri endofitik dalam berbagai bahan pembawa berpengaruh tidak nyata terhadap produksi per ha. Produksi per ha sangat berkaitan dengan jumlah anakan produktif. Rendahnya jumlah anakan produktif menyebabkan rendahnya produksi.

Produksi tertinggi terdapat pada perlakuan P₂, dengan rata-rata produksi 1.816 ton/ha. Hal ini didukung dari banyaknya jumlah anakan maksimum dan jumlah anakan produktif. Zeolit halus yang mempunyai luas permukaan yang lebih besar dibandingkan zeolit kasar akan lebih besar pula menyerap bakteri endofitik. Selain itu, hal ini mungkin juga akibat struktur zeolit berongga. Molekul-molekul yang berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak.

Tanaman padi memerlukan nitrogen dalam jumlah yang banyak pada awal pertumbuhan sampai pembungaan untuk memaksimalkan jumlah malai produktif serta pada tahap pematangan biji (Yoshida, 1981 dalam Iqbal 2008). Isminarni *et al.*, (2007) menyatakan fiksasi N dari udara yang dilakukan oleh bakteri endofitik dapat membantu memenuhi kebutuhan unsur N tanaman sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman lebih baik dan meningkatkan hasil panen tanaman yang dibudidayakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Inokulasi bakteri endofitik dalam berbagai bahan pembawa memberikan pengaruh yang nyata terhadap peubah bobot kering tajuk dan persentase gabah hampa, sedangkan untuk parameter pertumbuhan dan produksi tanaman padi yang lain tidak memberikan pengaruh yang nyata.
2. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan P₂ dan P₅.

B. Saran

Disarankan untuk menguji perlakuan yang terbaik dengan mempertahankan keadaan air dengan tinggi genangan sekitar 5 cm sesuai dengan metode SRI.

DAFTAR PUSTAKA

- Arafah dan M. P. Sirappa. 2003. Kajian penggunaan jerami dan pupuk N, P, dan K pada lahan sawah irigasi. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 4(1): 15-24. Bappeda, 2005. Sumsel dalam Angka. Kerjasama Bappeda Sumatera Selatan dengan BPS Propinsi Sumatera Selatan, Palembang.
- De Datta S.K., 1981. *Advances in soil fertility research and nitrogen fertilizer management for lowland rice*. Proceeding of the meeting of the International Network on Soil Fertility and Fertilizer Evaluation for Rice. Griffith, New South Wales. Australia 16-20 April 1985.
- Dewi, I. R. 2007. Fiksasi N biologis pada ekosistem tropis: Makalah mata kuliah biofertilisasi. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Fitri, S. N. A. 2009. Pertumbuhan dan produksi tanaman padi yang diinokulasi dengan bakteri endofitik pemacu tumbuh dan dipupuk nitrogen pada tanah asal lahan lebak. Tesis pada Program Studi Ilmu Tanaman Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Indralaya (tidak dipublikasikan).
- Ginting, A. B., D. Anggraini, S. Indaryati, dan R. Kriswarini. 2007. Karakterisasi komposisi kimia, luas permukaan pori dan sifat termal dari zeolit Bayah, Tasikmalaya, dan Lampung. *Jurnal Teknik Bahan Nuklir*. 3(1): 1-48.
- Gofar, N., A. Napoleon, dan M. U. Harun. 2008. Eksplorasi bakteri endofitik pemacu tumbuh asal jaringan tanaman padi rawa lebak dan pasang surut Sumatera Selatan. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Iqbal, A. 2008. Potensi kompos dan pupuk kandang untuk produksi padi organik di tanah Inceptisol. *Jurnal Akta Agrosia*. 11(1): 13-18.

- Isminarni, F., S. Wedhastri, J. Widada, dan B. H. Purwanto. 2007. Penambahan nitrogen dan penghasilan indol asam asetat oleh isolat-isolat azotobacter pada pH rendah dan aluminium tinggi. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 7(1): 23-30.
- Isroi. 2009. Pemanfaatan Jerami Padi sebagai Pupuk Organik Insitu untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Kimia dan Subsidi Pupuk. Wordpress. <http://isroi.wordpress.com>.(diakses tanggal 12-8-2009).
- Minsyah, N.I., Z. Arifin, Waluyo, D.E. Sianturi, dan I.G. Ismail. 1994. Identifikasi Masalah System Usaha Tani di Lahan Lebak Dangkan dan Tengahan Kijang Ulu, Sumatera Selatan.Kumpulan Hasil Penelitian Pertanian Lahan Rawa Buku I. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemn Pertanian.
- Naning, M. I., S. M. Bernas, D. P. Sulistiyawati, dan S. N. A. Fitri. 2008. Evaluasi lahan rawa lebak dalam menentukan pola irigasi dan kesesuaiannya untuk tanaman padi sawah. *Pertemuan Ilmiah Tahunan Himpunan Ilmu Tanah Indonesia*. 65-76. HITI, Palembang
- Nuraini. 2009. Pembuatan kompos jerami menggunakan mikroba perombak bahan organik. *Buletin Teknik Pertanian*. 14(1): 23-26.
- Priyatmoko, J. A. 2009. Deskripsi Varietas Ciherang. Wordpress. <http://wongtaniku.wordpress.com/2009/05/21/deskripsi-varietas-ciherang/> (diakses tanggal 18-12- 2009).
- Purwaningsih, S. 2004. Pengujian mikroba sebagai pupuk hayati terhadap pertumbuhan tanaman *Acacia Mangium* pada pasir steril di rumah kaca. *Jurnal Biodiversitas*. 5(2): 85-88
- Rakhmatullah D. K. A., G. Wiradini, dan N. P. Ariyanto. 2007. Pembuatan adsorben dari zeolit alam dengan karakteristik adsorption properties untuk kemurnian bioetanol. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- 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.
- Subagyo, A. 2006. Lahan Rawa Lebak *Dalam Didi Ardi S et al. (eds)*. Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. Hlm : 99-116.
- Susilowati, D. N., R. Saraswati, Elsanti, E. Yuniarti. 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*, Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Zinniel, D.K., P.Lambrecht., N.B. Harris., Z. Feng., D. Kuczmarski., P. Higly., C.A. Ishimura., A. Arunakumari., R.G. Barletta., and A.K. Vidaver. 2002. Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria from Agronomic Crops and Prairie Plants. *Appl and Environ. Microbiol*. 68(5) : 2198-2208.