



**APLIKASI PUPUK ORGANIK DAN BAKTERI PELARUT FOSFAT UNTUK  
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG MANIS  
MANIS (*Zea mays saccharata sturt L.*)**

**APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZER AND BACTERIA SOLVING  
PHOSPHATE TO INCREASE GROWTH AND PRODUCTION OF SWEET  
CORN (*Zea mays saccharata sturt L.*)**

**Dick Dick Maulana<sup>1)\*</sup>, Lilis Irmawatie<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Fakultas Pertanian Universitas Universitas Islam Nusantara. Jl. Soekarno-Hatta No.530, Sekejati, Kec. Buahbatu, Kota Bandung, Jawa Barat 40286

\*Korespondensi : e-mail : [dickdick.maulana@yahoo.com](mailto:dickdick.maulana@yahoo.com)

**ABSTRAK**

Penggunaan bahan organik pada budidaya jagung manis difokuskan untuk mengurangi penggunaan bahan kimia untuk meminimalkan kerusakan lingkungan. Percobaan dilakukan di Perumahan Ujung Berung Indah Kecamatan Ujung Berung Kota Bandung ( $\pm$  780 m dpl) pada bulan April sampai Juli 2020. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan inokulan yang cocok dan efektif untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung manis. Varietas jagung manis yang digunakan adalah Bonanza F1 dan inokulan PSB yang digunakan adalah *Bacillus laterosporus*. Pupuk organik yang digunakan adalah kompos, kotoran ayam dan sapi, serta bakteri pelarut fosfat (PSB), sebagai pupuk hayati. Rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan digunakan dalam percobaan ini. Perlakuan terdiri dari tanpa pupuk organik atau PSB (kontrol) (K), inokulasi PSB (P1), aplikasi kompos (P2), (4) aplikasi kotoran ayam dan sapi (P3), dan aplikasi pupuk kimia (NPK) (P4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik dan PSB meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung manis setelah panen. Inokulasi PSB menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan kontrol dan hasil jagung manis tertinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol, bahkan lebih tinggi dari hasil yang disebabkan oleh aplikasi pupuk kimia.

Kata kunci: *Zea mays saccharata sturt L.*, pupuk organik, bakteri pelarut fosfat

**ABSTRACT**

The use of organic matters on sweet corn cultivation is focused to decrease the utilization of chemical substances for minimizing environmental degradation. An experiment was conducted at Ujung Berung Indah Residence, Ujung Berung Districts, Bandung City ( $\pm$  780 m asl.) from April to July 2020. The Aims of this research were to determine the suitable and effective inoculant to increase the growth of sweet corn plants. The sweet corn variety used was Bonanza F1 and the PSB inoculant that used was *Bacillus Laterosporus*. The organic fertilizers were compost, chicken and cow dung, and phosphate solubilizing bacteria (PSB), as a biofertilizer. A randomized block design with three replications was utilized in this experiment. The treatments consisted of without organic fertilizers or PSB (control) (K), inoculation of PSB (P1), application of compost (P2), (4) application of chicken and cow dung (P3), and application of the chemical fertilizer (NPK) (P4). The results showed that the application of organic fertilizers and PSB increased the growth of sweet corn plants after harvesting. The inoculation of PSB resulted in highest plant height compared to control and the highest sweet corn yield compared to the control treatment, and even it was higher than the yield caused by the application of the chemical fertilizer.

Keywords: *Zea mays saccharata sturt L.*, Organic fertilizers, Phosphate solubilizing bacteria

## PENDAHULUAN

Dewasa ini pertanian organik banyak diterapkan kembali sebagai pertanian alami yang biasa disebut sebagai pertanian yang akrab lingkungan. Pertanian organik tersebut adalah suatu cara bertani untuk menghasilkan produk yang sehat dan berkesinambungan yang tidak merusak ekosistem alami, tanpa atau secara minimal menggunakan pestisida, pupuk kimia, dan zat kimia lainnya. Dengan mempertimbangkan aspek kesehatan dan kelestarian alam menjadikan pertanian organik sebagai salah satu alternatif pertanian yang berkelanjutan. Pemeliharaan pembudidayaan tanaman yang mencakup media tanam merupakan hal yang penting dalam sistem pertanian berkelanjutan. Salah satu pola pendekatan yang saat ini dikembangkan adalah pengelolaan hara terpadu dengan menerapkan pemupukan organik yang mencakup pemanfaatan pupuk hayati. Penggunaan pupuk organik pada saat ini makin dirasakan penting untuk mengembalikan produktivitas lahan yang kian menurun. Pemberian kompos berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah, sehingga aerasi udara dan pergerakan air lancar, dengan demikian dapat menambah daya serap air dalam tanah dan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman, khususnya tanaman jagung manis. Pupuk hayati merupakan mikroba hidup yang diberikan ke dalam tanah sebagai inokulan untuk membantu tanaman menyediakan unsur hara tertentu bagi pertumbuhannya. Jenis pupuk tersebut sering juga disebut sebagai pupuk mikroba (Simanungkalit 2001).

Mikroba tanah banyak berperan dalam penyediaan maupun penyerapan unsur hara bagi tanaman yang salah satunya adalah bakteri pelarut fosfat (phosphate solubilizing bacteria = PSB). Bakteri pelarut fosfat merupakan kelompok mikroba yang mengubah fosfat tidak larut dalam tanah menjadi bentuk yang dapat larut dengan jalan mensekresikan asam organik seperti asam format, asetat, propionat, laktat,

glikolat, fumarat, dan suksinat (Subba Rao 1982). Bakteri tersebut menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (Glick 1995). Bakteri pelarut fosfat bukan merupakan satu-satunya kelompok bakteri yang dapat melarutkan P yang terabsorpsi permukaan oksida-oksida besi dan aluminium sebagai senyawa Fe-P dan Al-P (Hartono 2000). Beberapa kelompok *Actinomycetes* (Nitta *et al.*, 2002) dan kelompok jamur (Aleksieva *et al.*, 2003), dapat juga melarutkan Fe-P dan Al-P.

Percobaan bertujuan mendapatkan inokulan yang efektif untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung manis, serta menstimulasi aktivitas mikroba dan enzim fosfatase di dalam tanah. Aplikasi pupuk organik atau inokulan pupuk hayati yang efisien dan efektif diharapkan akan meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung manis sekaligus menekan penggunaan pupuk kimia atau pestisida sintetis, sehingga akan menjamin dihasilkannya produk yang sehat dan menekan kerusakan lingkungan pembudidayaan jagung manis di lapangan. Hipotesis yang diuji dalam penelitian adalah aplikasi PSB memberikan pengaruh yang berbeda dibandingkan dengan bahan organik lain ataupun pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis manis.

## METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di Komplek Ujung Berung Indah, Kecamatan Ujung Berung, Kota Bandung ( $\pm$  780 m dpl), sejak April sampai Juli 2020. Sampel tanah dikoleksi dari rizosfer tanaman yang berada di Komplek Ujung Berung Indah, Kecamatan Ujung Berung, Kota Bandung ( $\pm$  780 m dpl). Tanah diambil secara komposit dari kedalaman 0-15 cm. Tanah dikeringanginkan dan selanjutnya digerus dan diayak menggunakan ayakan dengan kisi-kisi berdiameter 2 mm. Selanjutnya sampel tanah hasil ayakan disimpan pada suhu 4° C untuk dianalisis lebih lanjut.

Sampel tanah hasil ayakan diisolasi menggunakan media Pikovskaya (Subba Rao 1994) untuk mendapatkan isolat PSB. Keberadaan PSB ditunjukkan dengan terbentuknya koloni yang dikelilingi daerah bening (holozone). Selanjutnya koloni tersebut dimurnikan dan dipindahkan pada agar miring media Pikovskaya dalam tabung reaksi.

Sebanyak sembilan isolat bakteri yang mampu melarutkan fosfat pada media Pikovskaya yang mengaandung  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  berhasil diperoleh yang selanjutnya digunakan sebagai inokulan pada percobaan ini. Inokulan PSB disiapkan dengan terlebih dahulu menumbuhkannya pada media padat Pikovskaya agar miring dan diinkubasi selama 7 hari. Selanjutnya hasil inkubasi dipindahkan pada tabung erlenmeyer yang berisi media Pikovskaya cair dan diinkubasikan selama 5 hari dengan cara digoyang (shaking) pada kecepatan 120 rpm. Populasi PSB setelah perlakuan tersebut mencapai sekitar 109 sel/ml. Untuk digunakan dalam perlakuan pada media tanam jagung manis, inokulan PSB dicampur dengan bahan pembawa, yaitu kompos steril.

Percobaan di lapangan menggunakan plot seluas  $3 \text{ m}^2$  (1 m x 3 m). Lahan dibajak sebanyak dua kali, kemudian ditanami dengan semaian benih jagung manis umur 14 hari dengan jarak tanam 30 cm x 50 cm, sebanyak 20 tanaman per petak. jagung manis yang digunakan adalah varietas Bonanza F1. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan lima perlakuan dan masing- masing dengan tiga kali ulangan. Perlakuan terdiri atas (K) tanpa pemupukan ataupun inokulan PSB, (P1) pemberian inokulan PSB, (P2) pemberian kompos, (P3) pemberian kotoran ayam+sekam, dan (P4) pemberian pupuk kimia NPK. Kompos yang digunakan disiapkan dengan mencampurkan potongan-potongan rumput dan kotoran ayam dengan perbandingan volume 1 : 1 yang diinkubasikan selama 1,5 bulan. Pemberian inokulan PSB dilakukan dengan mencampurkan 60 ml inokulan PSB konsentrasi sekitar 109 sel/ ml ke dalam 100

g kompos steril. Perlakuan inokulan PSB (P1) ialah 25 g campuran tersebut pada setiap tanaman jagung manis, atau 0,50 kg per petak. Pemberian kompos (P2), kotoran ayam + sekam (P3), dan pupuk kimia NPK (P4) masing- masing sebesar 3,0 ; 3,0, dan 0,25 kg per petak. Pemeliharaan tanaman dengan disiang dan disiram sesuai kebutuhan. Setelah tanaman jagung manis tumbuh setinggi kurang lebih 0,5 m, diberi turus sebagai penyangga.

Pengamatan terhadap peubah tinggi tanaman dilakukan setiap minggu sejak minggu ketiga sampai minggu kedelapan setelah tanam. Panen buah jagung manis dilakukan pada waktu tanaman berumur 60 hari. Peubah-peubah yang diamati setelah panen mencakup jumlah buah, berat buah, populasi PSB dalam tanah dengan metode *plate count*, dan aktivitas enzim fosfatase asam dan basa pada tanah dengan metode Tabatabai (1994). Data pengamatan diolah dengan ANOVA dan signifikansi nilai rerata dilakukan dengan uji Duncan pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap peubah tinggi tanaman pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1. Pada 3 minggu setelah perlakuan, perlakuan pemupukan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman jagung manis, kecuali terhadap kontrol. Pada minggu keempat sampai minggu ketujuh setelah perlakuan, pemberian PSB menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan tinggi tanaman. Pengaruh pemberian PSB berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya dan kontrol. Sampai minggu keenam, pengaruh perlakuan pemberian kompos, kotoran ayam+sekam, dan NPK terhadap pertambahan tinggi tanaman jagung manis tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada minggu ketujuh dan kedelapan, aplikasi PSB atau kompos dapat mendorong pertambahan tinggi tanaman jagung manis secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan inokulasi PSB terbukti menghasilkan peubah tinggi tanaman

tertinggi pada setiap tahapan pengukuran dibandingkan perlakuan lainnya, yang berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya pada pengamatan minggu kedelapan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa inokulan PSB menstimulasi tersedianya hara yang lebih cepat bagi pertumbuhan tanaman jagung manis dibanding dengan perlakuan lainnya. Pemberian kompos tidak memperlihatkan pengaruh yang berbeda

terhadap tinggi tanaman pada minggu ketiga sampai minggu keenam, tetapi pada minggu kedelapan berbeda nyata terhadap tanaman yang dipupuk kotoran ayam+sekam dan juga pupuk kimia. Bahan kompos menyediakan hara tersedia yang lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan kotoran ayam+sekam, walaupun ketersediaan hara tersebut relatif lambat dibandingkan dengan pemberian inokulan PSB.

Tabel 1. Rerata tinggi tanaman jagung manis varietas Bonanza F1

Perlakuan	Tinggi tanaman MST (cm)					
	3	4	5	6	7	8
Tanpa pupuk (kontrol)	32,0 a	44,3 a	49,3 a	57,3 a	70,3 a	72,3 a
Pemberian inokulan PSB	53,7 b	71,3 c	83,3 c	89,6 c	99,3 d	108,3 d
Pupuk kompos	43,7 ab	56,7 b	65,3 b	69,3 b	85,3 c	96,3 c
Pupuk kotoran ayam + sekam	50,7 b	59,0 b	73,3 b	72,7 b	78,0 b	81,3 b
Pupuk NPK	47,7 ab	56,0 b	69,7 b	74,0 b	81,0 b	85,0 b

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda berdasarkan uji lanjut DMRT taraf 5%.

Hasil pengamatan terhadap peubah jumlah dan berat buah jagung manis pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 2. Jumlah buah jagung manis pada tanaman yang diberi inokulan PSB tidak berbeda nyata dengan tanaman yang diberi kompos, tapi berbeda dengan pemberian kotoran ayam+sekam, pupuk kimia NPK, maupun kontrol. Tanaman yang diinokulasi dengan PSB menghasilkan berat buah jagung manis tertinggi (3.043,3 g/tanaman) dibandingkan perlakuan lainnya (1.616,7 – 2.660,0 g/tanaman). Persentase kenaikan berat buah jagung manis karena pemberian inokulan PSB terhadap kontrol mencapai

88,2% atau kenaikan sebesar 47,9% bila dibandingkan dengan tanaman yang diberi pupuk kimia NPK. Tanaman yang diberi inokulan PSB menghasilkan buah jagung manis yang lebih besar daripada tanaman yang diberi pupuk kompos, walaupun jumlah buah per tanaman tidak berbeda nyata. Pemberian kompos tidak menghasilkan berat buah yang berbeda dengan pemberian kotoran ayam + sekam, walaupun kedua perlakuan tersebut menghasilkan berat buah jagung manis yang berbeda nyata terhadap kontrol dengan kenaikan masing-masing sebesar 64,5 dan 58,8%.

Tabel 2. Rerata jumlah dan berat buah tanaman jagung manis varietas Bonanza F1

Perlakuan	Jumlah buah jagung manis/plot (buah)	Berat buah jagung manis/tanaman (g)	Persentase kenaikan berat buah jagung manis 1 (%)	Persentase kenaikan berat buah jagung manis 2 (%)
Kontrol	13,3 a	1616,7 a	-	-21,5
Pemberian inokulan PSB	31,0 c	3043,3 d	88,2	47,9
Pupuk kompos	30,0 c	2660,0 c	64,5	29,2
Pupuk kotoran ayam + sekam	21,0 b	2566,7 c	58,8	24,7
Pupuk NPK	20,3 b	2058,3 b	27,15	-

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda berdasarkan uji lanjut DMRT taraf 5%. 1) Dibandingkan terhadap kontrol. 2) Dibandingkan terhadap pemberian pupuk kimia NPK

Pemberian inokulan PSB, kompos, ataupun kotoran ayam+sekam pada media tanam menunjukkan kenaikan berat buah jagung manis yang berbeda nyata terhadap pemberian pupuk kimia NPK ataupun kontrol. Pemberian PSB dan bahan organik lain tampak mendorong ketersediaan unsur-unsur hara yang lebih cepat dibandingkan dengan pemberian pupuk sintetik yang pada gilirannya akan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Hasil pengamatan populasi PSB dan aktivitas enzim fosfatase asam dan basa dalam tanah setelah panen disajikan pada Tabel 3. Peningkatan populasi PSB yang nyata terjadi pada tanah yang diberi inokulan PSB, kompos, kotoran ayam+sekam, maupun pupuk kimia NPK, dibandingkan dengan kontrol. Populasi PSB tertinggi dijumpai pada perlakuan inokulan PSB (6,5

$\times 10^7$  sel/g tanah) berbeda nyata terhadap perlakuan pemberian kompos ( $4,5 \times 10^7$  sel/g tanah), kotoran ayam+sekam ( $3,5 \times 10^7$  sel/g tanah), maupun pemberian pupuk kimia NPK ( $2,3 \times 10^7$  sel/g tanah). Pada tanah sekitar tanaman jagung manis tanpa inokulasi dan tanpa pemupukan (kontrol) tidak terlihat adanya peningkatan jumlah PSB. Peningkatan jumlah PSB pada tanah yang diberi perlakuan inokulan PSB, kompos, kotoran ayam+sekam, maupun pupuk kimia NPK seiring dengan peningkatan aktivitas enzim fosfatase asam dan basa. Peningkatan aktivitas enzim fosfatase asam tidak berbeda nyata antar perlakuan (5,1- 6,4  $\mu\text{g}$  paranitrofenol (PNP)/g tanah/jam), tetapi berbeda nyata terhadap kontrol (2,7  $\mu\text{g}$  PNP/g tanah/jam).

Tabel 3. Rerata populasi PSB dan aktivitas enzim fosfatase asam dan basa pada tanah saat panen

Perlakuan	Populasi PSB (Sel/g tanah)		Enzim fosfatase asam ( $\mu\text{g}$ paranitrofenol/g/jam)		Enzim fosfatase basa ( $\mu\text{g}$ paranitrofenol/g/jam)	
	Sebelum tanam (1)	Saat panen (2)	Sebelum tanam)	Saat panen	Sebelum tanam	Saat panen
	Kontrol	1,2	0,2 a	2,28	2,7 a	27,5
Pemberian inokulan PSB	1,2	6,5 d	2,28	6,4 b	27,5	74,2 d
Pupuk kompos	1,2	4,5 c	2,28	5,1 b	27,5	68,4 c
Pupuk kotoran ayam+sekam	1,2	3,5 c	2,28	5,3 b	27,5	53,3 b
Pupuk NPK	1,2	2,3 b	2,28	5,1 b	27,5	53,6 b
Pupuk NPK	20,3 b		2058,3 b		27,15	-

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda berdasarkan uji lanjut DMRT taraf 5%. 1) Dikalikan 106 (*Multiplied by 106*); 2) Dikalikan 107 (*Multiplied by 107*)

Aktivitas enzim fosfatase basa tampak lebih beragam pada tanah yang diberi perlakuan dibandingkan dengan kontrol. Aktivitas tertinggi enzim terjadi pada pemberian inokulan PSB (74,2  $\mu\text{g}$  PNP/g tanah/jam) yang berbeda nyata terhadap kontrol (30,8  $\mu\text{g}$  PNP/g tanah/jam), pemberian kompos (68,4  $\mu\text{g}$  PNP/g tanah/jam), pemberian kotoran ayam+sekam, maupun pupuk kimia NPK (53,3-53,6  $\mu\text{g}$  PNP/g tanah/jam). Dengan demikian, tanah yang diberi perlakuan inokulasi PSB menghasilkan aktivitas fosfatase asam dan

basa tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal yang sama terjadi pada penelitian Klose *et al.*, (1999) yang menunjukkan bahwa pemberian inokulan PSB dan jamur mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, aktivitas fosfatase asam dan basa, serta konsentrasi P dalam tana. Aktivitas enzim dalam tanah berhubungan erat dengan aktivitas mikroba, karena biomas mikroba menjadi syarat sebagai sumber utama enzim dalam tanah. Beberapa penelitian memperlihatkan bahwa aktivitas enzim

dipengaruhi secara nyata oleh jenis pupuk yang diberikan dan sistem penanaman (Deng dan Tabatabai 1997, Ekenler dan Tabatabai 2003).

### **KESIMPULAN**

1. Pemberian inokulan PSB dan pupuk organik dapat meningkatkan hasil tanaman jagung manis dan aktivitas mikroba dalam tanah.
2. Pemberian pupuk organik dapat memberikan beberapa keuntungan, seperti struktur tanah yang lebih baik untuk pertumbuhan tanaman, meningkatkan hara tersedia bagi tanaman, dan meningkatkan populasi dan aktivitas mikroba tanah.
3. Pemberian inokulan PSB mampu lebih meningkatkan pertumbuhan tanaman dan hasil buah jagung manis dibandingkan dengan pemberian pupuk kompos dan kotoran ayam + sekam, maupun pupuk kimia NPK. Pemberian bahan-bahan organik tersebut berperan dalam menstimulir peningkatan populasi PSB dalam tanah dan aktivitas enzim fosfatase asam dan basa dalam tanah.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Budidaya jagung manis ke depannya, penggunaan PSB dan pupuk organik dapat dilakukan secara meluas dalam rangka peningkatan produksi, produktivitas, dan kualitas jagung manis, sekaligus menekan pemanfaatan pupuk kimia yang dapat menurunkan kualitas lahan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Pertanian UNINUS dan Kepala Vella Farm terkait dukungan pendanaan dan fasilitas selama penelitian berjalan di masa pandemi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Aleksieva, P., D. Spasova, and S. Radoevska. 2003. Acid Phosphatase Distribution and Localization in the Fungus *Humicola lutea*. *Z. Naturforsch.* 58c:239-243.
- Deng, S.P. and M. A. Tabatabai. 1997. Effect of Tillage and Residue

Management on Enzyme Activities in Soils: III. Phosphatases and Arylsulphatase. *Biol. Fertil. Soils.* 24:141-146.

- Ekenler, M. and M. A. Tabatabai. 2003. Responses of Phosphatases and Arylsulphatase in Soils to Liming and Tillage Systems. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166:281-290.

Glick, B. R. 1995. The Enhancement of Plant Growth by Free Living Bacteria. *Canadian J. Microbiol.* 41:109- 117.

Hartono, A. 2000. Pengaruh Pupuk Fosfor, Bahan Organik, dan Kapur terhadap Pertumbuhan Jerapan P pada Tanah Masam Latosol Darmaga. *J. Ilmiah Pert.Gakuryoku.*VI(1): 73-78.

Klose, S., J. M. Moore, and M. A. Tabatabai. 1999. Arylsulphatase Activity of Microbial Biomass in Soils as Affected by Cropping Systems. *Biol. Fertil. Soils.* 29:46-54.

Nitta, M., M. Goro, N. Shibuya, and Y. Okawa. 2002. A Novel Protein with Alkaline Phosphatase and Protease Inhibitor Activities in *Streptomyces hiroshimensis*. *Bull. Biol.Pharmacy.* 25(7):833-836.

Simanungkalit, R. D. M. 2001. Aplikasi Pupuk Hayati dan Pupuk Kimia: Suatu Pendekatan Terpadu. *Bul. Agrobio.* 4(2):56-61.

Subba Rao, N.S. 1982. *Biofertilizers in Agriculture.* Oxford dan IBH Publising Co, New Delhi. 158 pp

Tabatabai, M. A., and A. Wollum (Eds.): *Method of Soil Analysis, Part 2, Microbial and Biochemical Properties.* Soil Sci. Soc. Am. Book Series No. 5. Madison, p.775- 833.