

# Uji Asosiasi Bakteri *Rhizobium* Terseleksi dengan Leguminosa Pakan dalam Kondisi Tercekam Salin

(Test of association selected rhizobium bacteria with legumes in salinity stress)

Eny Fuskhah<sup>1</sup>, R. Djoko Soetrisno<sup>2</sup>, Syaiful Anwar<sup>1</sup> dan Florentina Kusmiyati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang

<sup>2</sup>Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

**ABSTRACT** The research aim was to investigate association selected rhizobium bacteria with legumes in salinity stress. Plant media was salin soil that have EC = 20.45 mmhos/cm which taken from Morosari beach, Sayung, Demak. Rhizobium isolate applied was tolerant to 12.000 ppm of NaCl that equaled to electrical conductivity of 20 mmhos/cm. The research was carried out in green house of Laboratory of Forage Science Diponegoro University Semarang. The design arranged was completely randomized design with factorial design 2 x 4 in 3 repetitions. First factor was kind of legumes, T1 = lamtoro (*Leucaena leucocephala*); T2 = turi (*Sesbania grandiflora*). and second factor

was kind of rhizobium isolates, I1 = without isolate; I2 = rhizobium that was isolated from lamtoro, I3 = rhizobium that was isolated from turi; I4 = combination isolate from lamtoro and turi. The crop growth was observed up to 10 weeks of age. The parameters were 1) crops height; 2) sum of leaf crops; 3) fresh weight production; 4) dry weight production; 5) amount and fresh weight of effective root nodules. The study showed the growth and production of turi in saline media of EC 20.45 mmhos/cm was higher than lamtoro. Root nodule of turi was formed, but lamtoro was not. Turi was more tolerant than lamtoro at very saline media.

**Key words** : Rhizobium, lamtoro, turi, saline.

2014 Agripet : Vol (14) No. 1 : 65-70

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan keanekaragaman mikro organisme antara lain bakteri *rhizobium* yang dapat bersimbiosis dengan tanaman leguminosa. Bakteri tersebut dapat dimanipulasi dan ditingkatkan peranannya, sehingga menjadi suatu produk bioteknologi yang dapat memberikan nilai tambah berupa peningkatan produktivitas tanaman. Adanya bakteri ini menyebabkan terbentuknya nodul/bintil akar yang mampu memfiksasi nitrogen bebas dari udara sehingga dapat mensuplai kebutuhan tanaman akan unsur N tersedia. Hasil simbiosis ini mampu meningkatkan produksi hijauan tanaman. Penelitian Fuskhah *et al.* (1997) menunjukkan penggunaan inokulum rhizobium 20-60 g/kg benih dengan pemupukan fosfor dapat meningkatkan produksi bahan kering centro

dan juga meningkatkan aktifitas nitrogenase bintil akarnya. Namun kondisi media tanam salin menyebabkan terganggunya fungsi fisiologis baik pada tanaman maupun kebanyakan mikroorganisme tanah. Penelitian Fuskhah *et al.*, (2003) menunjukkan bahwa tingkat salinitas yang tinggi menurunkan aktivitas nitrogenase nodul akar kaliandra merah.

Salinitas tanah dan air menentukan besarnya hasil tanaman tergantung jenis tanaman yang dibudidayakan dan derajat salinitasnya. Derajat salinitas yang tinggi menghambat pertumbuhan tanaman secara tidak langsung melalui pengaruhnya terhadap sifat tanah seperti kekahatan unsur hara, timbulnya senyawa dan kelebihan unsur yang bersifat racun, perubahan osmotik larutan tanah, aerasi dan struktur tanah, serta secara langsung berpengaruh pada menurunnya potensial air tanaman, keracunan ion spesifik, terjadi ketidakseimbangan ion-ion atau

---

Corresponden author: eny\_fuskhah@yahoo.com

interaksi dari pengaruh-pengaruh tersebut. Upaya peningkatan produktivitas lahan pantai yang salin dapat dilakukan dengan pembudidayaan jenis-jenis tanaman yang toleran terhadap salinitas tinggi maupun upaya reklamasi.

Pemanfaatan lamtoro sebagai pakan sudah lama dilakukan terutama untuk domba dan kambing. Pemberian daun lamtoro segar sebanyak 75% dari total konsumsi pakan dapat memberikan kenaikan bobot badan harian pada kambing sebesar 55,8 g (Budiman dan Djamal, 1994). Menurut Soelistyono (1976), daun lamtoro dapat dikeringkan sebagai campuran ransum ayam, tetapi pemberiannya tidak melebihi 10% jumlah ransum seluruhnya. Kandungan nutrisi daun lamtoro berdasarkan bahan kering masing-masing meliputi protein kasar, serat kasar, lemak, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN), abu, Ca, dan P masing-masing sebesar 29,04; 10,66; 5,21; 44,86; 10,23; 2,36; dan 0,33% (Reksohadiprodo, 1985).

Daun turi digunakan untuk makanan ternak dan pupuk hijau. Turi berpotensi sebagai hijauan pakan yang berkualitas baik, karena kandungan proteinnya yang tinggi. Produksi hijauan segar turi mencapai 27 kg/pohon/tahun. Produksi bahan kering sekitar 2,5-3 ton/ha/tahun (Budiman dan Djamal, 1994). Komposisi nutrisi daun turi berdasarkan bahan kering masing-masing meliputi protein kasar, serat kasar, lemak, BETN dan abu masing-masing sebesar 23,48; 9,38; 3,51; 53,53; dan 10,1% (Direktorat Jenderal Peternakan, 1981).

## MATERI DAN METODE.

### Materi

Rhizobium tahan salin (12.000 ppm NaCl atau setara EC 20 mmhos/cm), tanah salin (EC 20,45 mmhos/cm), benih lamtoro, turi, media YMA (yeast manitol agar) congo red, media YEM (yeast extract manitol), polibag, pupuk urea dosis 75 kg N/ha, SP 36, 75 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, KCl 75 kg, K<sub>2</sub>O/ha, timbangan, oven, autoclave, spectrophotometer.

### Metode

Pot berisi tanah salin steril dipersiapkan. Isolat rhizobium yang tahan terhadap tingkat salinitas tinggi diremajakan pada media agar miring YMA congo red untuk kemudian ditumbuhkan pada media YEM cair. Benih leguminosa yang akan digunakan diskarifikasi. Isolat rhizobium diinokulasikan pada benih leguminosa pada saat masih pada fase eksponensial kemudian baru ditanam pada pot percobaan. Pemupukan urea 1/3 dosis, SP 36 dan KCl dilakukan pada saat tanam. Pemupukan urea 1/3 dosis berikutnya dilakukan pada minggu ke 4 dan ke 8. Tanaman dijaga dan diamati pertumbuhannya sampai berumur 10 minggu. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap pola Faktorial 2 x 4 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah jenis leguminosa, yaitu T1= lamtoro dan T2 = turi. Faktor kedua adalah macam isolat rhizobium yaitu I1= tanpa isolat; I2 = isolat rhizobium asal lamtoro; I3 = isolat rhizobium asal turi; dan I4 = isolat rhizobium campuran asal lamtoro dan turi. Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, produksi bahan segar dan bahan kering hijauan serta jumlah dan berat bintil akar efektif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman

Salah satu respon morfologi adalah tinggi tanaman. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis leguminosa menunjukkan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap tinggi tanaman, sedangkan macam isolat maupun interaksi keduanya tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman seperti Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa penambahan isolat rhizobium meningkatkan tinggi tanaman walaupun tidak signifikan. Ada kecenderungan bahwa penggunaan isolat campuran menunjukkan respon yang terbaik pada parameter tinggi tanaman baik pada lamtoro maupun turi.

Tabel 1. Rerata Tinggi Tanaman Leguminosa pada Berbagai Macam Isolat Rhizobium

Perlakuan macam isolat	Jenis leguminosa		Rerata
	Lamtoro	Turi	
	-----cm-----		
I1 (tanpa isolat)	5,13 <sup>b</sup>	19,23 <sup>a</sup>	12,18 <sup>a</sup>
I2 (isolat asal lamtoro)	4,77 <sup>b</sup>	21,30 <sup>a</sup>	13,03 <sup>a</sup>
I3 (isolat asal turi)	6,85 <sup>b</sup>	23,82 <sup>a</sup>	15,33 <sup>a</sup>
I4 (isolat camp.lamtoro + turi)	7,65 <sup>b</sup>	25,53 <sup>a</sup>	16,59 <sup>a</sup>
Rerata	6,10 <sup>b</sup>	22,47 <sup>a</sup>	

Keterangan :Superskrip dengan huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

Kedua macam isolat rhizobium yang diisolasi dari sesama leguminosa pohon kemungkinan mempunyai sifat sinergisme sehingga meningkatkan hasil. Tanaman inang pada asosiasi rhizobium – leguminosa memperoleh hasil fiksasi nitrogen berupa asam amino yang ditranslokasikan melalui xylem, sedangkan bakteri rhizobium mendapatkan senyawa karbon hasil fotosintesis dari tanaman inang (Prawiranata *et al.*, 1981). Tanaman turi menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan lamtoro. Beberapa karakter fisiologi toleransi tanaman terhadap NaCl/salinitas menunjukkan bahwa sifat tanaman yang lebih toleran terhadap cekaman NaCl/salinitas mampu (Harjadi dan Yahya, 1988) : 1) menolak ion Na oleh membran, 2) mengekresikan ion Na keluar jaringan, 3) memompa ion Na ke vakuola, 4) mengakumulasi senyawa-senyawa organik sebagai penyangga sel dan penyeimbang kekuatan ionik, dan 5) ‘replacement’ ion K oleh ion Na.

### Jumlah Daun

Respon morfologi dapat juga ditunjukkan dengan jumlah daun. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis leguminosa menunjukkan pengaruh yang nyata (P<0,05) terhadap jumlah daun, sedangkan macam isolat maupun interaksi keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun seperti Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Jumlah Daun Tanaman Leguminosa pada Berbagai Macam Isolat Rhizobium

Perlakuan macam isolat	Jenis leguminosa		Rerata
	Lamtoro	Turi	
	-----(helai)-----		
I1 (tanpa isolat)	8,67 <sup>b</sup>	21,33 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>
I2 (isolat asal lamtoro)	7,00 <sup>b</sup>	21,00 <sup>a</sup>	14 <sup>a</sup>
I3 (isolat asal turi)	9,33 <sup>b</sup>	20,67 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>
I4 (isolat camp.lamtoro + turi)	9,33 <sup>b</sup>	22,67 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>
Rerata	8,58 <sup>b</sup>	21,42 <sup>a</sup>	

Keterangan: Superskrip dengan huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

Tabel 2 menunjukkan bahwa ada kecenderungan penggunaan isolat campuran menunjukkan respon yang terbaik pada parameter jumlah daun. Namun secara statistik belum signifikan. Isolat rhizobium asal lamtoro dan turi saling mempengaruhi untuk meningkatkan jumlah daun. Tanaman turi menunjukkan pertumbuhan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan lamtoro. Tanaman turi ternyata lebih mampu berkembang pada kondisi media tanam yang sangat salin (EC 20,45 mmhos/cm) dari pada lamtoro. Kondisi salinitas tanah sangat berpengaruh terhadap tersedianya unsur hara tanaman (Kartasapoetra, 1991). Jumin (2002) menyatakan bahwa pertumbuhan sel tanaman pada tanah salin memperlihatkan struktur yang tidak normal. Penyimpangan yang terjadi meliputi kehilangan integritas membran, kerusakan lamela, kekacauan organel sel dan terdapat akumulasi Ca oksalat dalam sitoplasma, vakuola dinding sel dan ruang antar sel. Kerusakan struktur ini akan mengganggu transportasi air dan mineral hara dalam jaringan tanaman.

### Produksi Berat Segar Hijauan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis leguminosa menunjukkan pengaruh yang nyata (P<0,05) terhadap produksi berat segar hijauan, sedangkan macam isolat maupun interaksi keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap produksi berat segar hijauan seperti Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Produksi Berat Segar Hijauan Leguminosa pada Berbagai Macam Isolat Rhizobium

Perlakuan macam isolat	Jenis leguminosa		Rerata
	Lamtoro	Turi	
	------(g/pot)-----		
I1 (tanpa isolat)	0,46 <sup>b</sup>	19,54 <sup>a</sup>	9,99 <sup>a</sup>
I2 (isolat asal lamtoro)	1,83 <sup>b</sup>	16,82 <sup>a</sup>	9,32 <sup>a</sup>
I3 (isolat asal turi)	0,59 <sup>b</sup>	18,71 <sup>a</sup>	9,65 <sup>a</sup>
I4 (isolat camp.lamtoro + turi)	0,56 <sup>b</sup>	21,43 <sup>a</sup>	10,99 <sup>a</sup>
Rerata	0,86 <sup>b</sup>	19,13 <sup>a</sup>	

Keterangan : Superskrip dengan huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

Tabel 3 menunjukkan bahwa produksi berat segar turi jauh lebih tinggi dibandingkan lamtoro. Lamtoro yang diberikan isolat rhizobium asal lamtoro menunjukkan produksi yang paling tinggi dibandingkan dengan lamtoro pada perlakuan yang lain, walaupun tidak signifikan. Lamtoro merupakan jenis leguminosa yang sangat selektif dalam asosiasinya dengan rhizobium. Menurut Reksohadiprojo (1985), terdapat tiga golongan legum berdasarkan selektifitasnya terhadap kebutuhan rhizobium. Golongan-golongan legum tersebut adalah 1) tidak selektif yaitu *calopo*, *vigna*, *siratro*, *puero*, *stylo*; 2) selektif moderat yaitu *centro*, *desmodium*, *glycine*; dan 3) sangat selektif yaitu *lotononis*, *leucaena* (lamtoro), *medicago*. Pada tanaman turi yang diberi isolat rhizobium campuran asal lamtoro dan turi cenderung menunjukkan hasil terbaik.

### Produksi Bahan Kering Hijauan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis leguminosa menunjukkan pengaruh yang nyata (P<0,05) terhadap produksi bahan kering hijauan, sedangkan macam isolat maupun interaksi keduanya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap produksi bahan kering hijauan seperti Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa seperti halnya pada produksi berat segar, produksi bahan kering turi lebih tinggi dibandingkan lamtoro. Lamtoro yang diberikan isolat rhizobium asal lamtoro menunjukkan produksi yang paling tinggi dibandingkan dengan lamtoro pada perlakuan yang lain. Lamtoro merupakan jenis leguminosa yang sangat

selektif dalam asosiasinya dengan rhizobium. Pemberian isolat rhizobium pada turi tidak menunjukkan peningkatan hasil.

Tabel 4. Rerata Produksi Bahan Kering Hijauan Leguminosa pada Berbagai Macam Isolat Rhizobium

Perlakuan macam isolat	Jenis leguminosa		Rerata
	Lamtoro	Turi	
	------(g/pot)-----		
I1 (tanpa isolat)	0,11 <sup>c</sup>	7,33 <sup>a</sup>	3,72 <sup>a</sup>
I2 (isolat asal lamtoro)	0,46 <sup>bc</sup>	5,00 <sup>abc</sup>	2,73 <sup>a</sup>
I3 (isolat asal turi)	0,09 <sup>c</sup>	5,74 <sup>abc</sup>	2,92 <sup>a</sup>
I4 (isolat camp.lamtoro + turi)	0,06 <sup>c</sup>	6,56 <sup>ab</sup>	3,31 <sup>a</sup>
Rerata	0,18 <sup>b</sup>	6,16 <sup>a</sup>	

Keterangan: Superskrip dengan huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa ketahanan hidup rhizobium di alam sangat tergantung pada kondisi tanah. Kondisi tanah yang dipengaruhi garam berpengaruh terhadap habitat tanah. Tanah cenderung menjadi daerah yang ekstrim dalam berbagai hal. Kondisi demikian menyebabkan rhizobium maupun tanaman tidak mendapatkan lingkungan hidup yang memadai yang sangat berpengaruh terhadap hasil.

Faituri *et al.* (2001) menerangkan bahwa media tanam dengan EC lebih dari 4 mmhos/cm akan menghambat pertumbuhan rhizobium. Pertumbuhan yang terhambat akan mempengaruhi aktifitasnya dalam memfiksasi nitrogen. Fiksasi nitrogen yang tidak optimal menyebabkan hara yang tersedia juga kurang memadai, akibatnya pertumbuhan kurang optimal. Salinitas juga menekan proses pertumbuhan tanaman dengan efek yang menghambat pembesaran dan pembelahan sel, produksi protein serta penambahan biomass tanaman. Tanaman yang mengalami stress garam umumnya tidak menunjukkan respon dalam bentuk kerusakan langsung tetapi pertumbuhan yang tertekan dan perubahan secara perlahan (Sipayung, 2003). Gejala pertumbuhan tanaman pada media dengan tingkat salinitas tinggi adalah pertumbuhan yang tidak normal seperti daun mengering di bagian ujung dan gejala klorosis. Adanya kandungan unsur Na pada daun akan menghambat penyerapan K. Selain unsur K, serapan nitrat dan ammonium juga dihambat

pada konsentrasi NaCl yang tinggi (Huffaker dan Rains, 1985). Meningkatnya salinitas juga menurunkan laju nitrifikasi (Firestone, 1985).

### Jumlah dan Berat Bintil Akar Efektif

Bintil akar hanya ditemukan pada tanaman turi, sedangkan pada tanaman lamtoro tidak ditemukan.

Tabel 5. Rerata Jumlah dan Berat Bintil Akar Efektif Tanaman Turi pada Berbagai Macam Isolat Rhizobium

Perlakuan macam isolat	Turi		
	Jumlah bintil akar	Berat bintil akar	Berat per bintil
	-(buah)-	--(g)--	--(g)--
I1 (tanpa isolat)	6,3	0,66	0,11
I2 (isolat asal lamtoro)	1,0	0,02	0,02
I3 (isolat asal turi)	2,7	0,45	0,17
I4 (isolat camp.lamtoro + turi)	11,0	0,47	0,04
Rerata	5,25	0,40	0,08

Tabel 5 menunjukkan bahwa jumlah, berat dan berat per bintil bervariasi. Tanaman turi yang diberi perlakuan inokulasi dengan rhizobium asal lamtoro menunjukkan hasil yang paling rendah. Rhizobium asal lamtoro merupakan tipe rhizobium yang sangat selektif terhadap inangnya. Tanaman turi yang diinokulasi dengan rhizobium asal turi menunjukkan ukuran bintil yang paling besar dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Masing-masing rhizobium mempunyai kecocokan yang berbeda pada jenis leguminosa tertentu. Tanaman turi yang diberi isolat rhizobium campuran asal lamtoro dan turi mampu membentuk bintil akar yang banyak namun berukuran kecil dibandingkan dengan yang diberi isolat asal turi itu sendiri. Tanaman lamtoro tidak mampu membentuk bintil akar. Tanaman leguminosa yang dapat beradaptasi pada lingkungan kering hanya dapat membentuk bintil akar pada lapisan yang lebih dalam dan lembab (Setiadi, 1989). Suryantini (2000) menyatakan bahwa penyebab gagalnya inokulasi rhizobium adalah ketidakmampuan inokulum pada takaran normal untuk bersaing dengan populasi alam yang lebih besar dan menurunnya viabilitas inokulum akibat tekanan lingkungan. Pada penelitian ini menggunakan media tanam tanah

dengan tingkat salinitas sangat tinggi yaitu EC (electrical conductivity) 20,45 mmhos/cm sehingga memungkinkan pertumbuhan rhizobium terhambat.

### KESIMPULAN

Turi mempunyai pertumbuhan dan produksi hijauan yang lebih tinggi dibandingkan lamtoro. Asosiasi dengan rhizobium juga ditunjukkan oleh turi dengan terbentuknya bintil akar efektif pada media tanam tanah yang mempunyai tingkat salinitas sangat tinggi. Turi lebih tahan pada media tanam dengan tingkat salinitas sangat tinggi dibandingkan lamtoro.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas biaya penelitian yang telah diberikan lewat program penelitian Hibah bersaing.

### DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, H. dan Djamal, D., 1994. Hijauan Pakan Ternak. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Direktorat Jenderal Peternakan, 1981. Analisis Proksimat Beberapa Bahan Baku Makanan Ternak di Indonesia, Jakarta.
- Faituri, M. Y., El-Mahi, Y. E. dan El-Hassan., 2001. Effects of some salt and sodicity on the growth of a *Rhizobium leguminosarum* bv. *Viciae* strain isolated from a salt-affected soil. Can. J. Microbiol 47 (9) : 807-812.
- Firestone, M. K., 1985. Microbial nutrient transformations in saline soils and adaptation of microorganisms to soil salinity In : Soil and Plant Interactions with Salinity. Agricultural Experiment Station, Univ. of California.
- Fuskhah, E., Purbayant, E. D., Kusmiyati, F. dan Mulatsih, R. T., 1997. Efek Inokulasi Rhizobium Sp dan Pemberian Fosfor terhadap Derajat Katalisis Enzim

- Nitrogenase Nodul Akar *Centrosema pubescens* Benth. Majalah Penelitian. Lambaga Penelitian Universitas Diponegoro. IX(34) : 19-25
- Fuskah, E., Karno, dan Kusmiyati, F., 2003. Efek Salinitas dan Pemberian Fosfor terhadap Aktivitas Enzim Nitrogenase Nodul Akar *Caliandra Callothyrsus*. Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis. Special Edition. ISSN. 0410-6320.
- Gardner F. D., Pearce, R. B. dan Mitchell, R. L, 1991. Fisiologi Tanaman. Universitas Indonesia, Jakarta. (Diterjemahkan oleh H. Susilo).
- Harjadi, S. S. dan Yahya, S, 1988. Fisiologi Stress Lingkungan. PAU Bioteknologi IPB Bogor.
- Huffaker, R. C. and D. W. Rains, 1985. N use efficiency as influenced by S assimilation in barley exposed to salinity. In : Soil and Plant Interaction with Salinity. Agricultural Experiment Station, Univ. of California.
- Jumin, H. B, 2002. Agroekologi : Suatu Pendekatan Fisiologis. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Kartasapoetra, A. G., Sutedjo, M. dan R. S. Sosroatmodjo, 1991. Mikrobiologi Tanah. Rineka Cipta. Jakarta.
- Prawiranata, W., Harran, S. dan P. Tjondronegoro, 1981. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Reksohadiprodjo, S, 1985. Produksi Tanaman Hijauan Makanan Ternak Tropik. BPFE. Yogyakarta.
- Setiadi, Y, 1989. Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Kehutanan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sipayung, R, 2003. Stres Garam dan Mekanisme Toleransi Tanaman. USU digital library.
- Soelistyono, H. S, 1976. Ilmu Bahan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang (Tidak diterbitkan).
- Suryantini, 2000. Prospek Penggunaan Rhizoplus. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Pusat Penelitian Tanaman Pangan, Malang

