

PERBANYAKAN MIKORIZA DENGAN METODE KULTUR POT

Nurhayati

Dosen Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari jenis tanaman inang dan sumber inokulum yang terbaik adalah dalam pembuatan pupuk hayati mikoriza. Penelitian dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Unsyiah, Laboratorium Biologi Tanah dan Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian sejak Juli 2017 sampai November 2017. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor yang diteliti adalah beberapa jenis tanaman inang dan beberapa jenis sumber inokulum. Berbagai faktor tuan rumah terdiri dari A1 = kudzu (*Pueraria javanica*), A2 = kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*), A3 = jagung (*Zea mays L.*) dan faktor sumber inokulum terdiri asal B1 = spora rizosfer kudzu, B2 = spora dari rizosfer kedelai, B3 = spora rizosfer asal jagung. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah derajat infeksi mikoriza, serapan P tanaman. Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa terjadi interaksi antara spesies tanaman inang dengan jenis sumber inokulum mikoriza infektivitas dan efektivitas. Perlakuan terbaik dari parameter derajat infeksi mikoriza (infektivitas mikoriza) dan serapan P tanaman (efektivitas mikoriza) adalah kombinasi dari kudzu tanaman inang ke sumber asal rizosfer inokulum spora kudzu (A1B1).

Kata Kunci : Mikoriza, Kudzu, Kedelai, Jagung, Pupuk Hayati

PENDAHULUAN

Bioteknologi berbasis mikroba dikembangkan dengan memanfaatkan peran-peran penting mikroba tersebut. Manfaat mikroba tanah dalam usaha pertanian belum disadari sepenuhnya, bahkan sering diposisikan sebagai komponen habitat yang merugikan, karena pandangan umum terhadap mikroba lebih terfokus secara selektif pada mikroba patogen yang menimbulkan

penyakit pada tanaman. Padahal sebagian besar spesies mikroba merupakan mikroflora yang bermanfaat, kecuali beberapa jenis spesifik yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman (Rao, 1994).

Cara pandang positif terhadap mikroba akan membangkitkan minat berpikir tentang potensi mikroba yang belum banyak diketahui. Baru sebagian kecil dari ribuan spesies mikroba yang telah diketahui memiliki manfaat bagi usaha pertanian, seperti bakteri fiksasi N₂ udara pada tanaman kacang-kacangan, bakteri dan fungi pelarut fosfat, dan fungi perombak bahan organik, bakteri, cendawan mikoriza, dan virus sebagai agensia hayati, serta bakteri yang berperan sebagai agen peningkat pertumbuhan tanaman (plant growth promoting agents) yang menghasilkan berbagai hormon tumbuh, vitamin dan berbagai asam-asam organik yang berperan penting dalam merangsang pertumbuhan bulu-bulu akar. Masih banyak lagi mikroba yang belum teridentifikasi dan diketahui manfaatnya (Alexander, 1978).

Rao (1994), secara umum menggolongkan fungsi mikroba menjadi empat, yaitu (1) meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman dalam tanah, (2) sebagai perombak bahan organik dalam tanah dan mineralisasi unsur organik, (3) bakteri rizosfer-endofitik untuk memacu pertumbuhan tanaman dengan membentuk enzim dan melindungi akar dari mikroba patogenik, (4) sebagai agensia hayati pengendali hama dan penyakit tanaman. Berbagai reaksi kimia dalam tanah juga terjadi atas bantuan mikroba tanah.

Jamur mikoriza merupakan simbiosis obligat dan tidak dapat dihasilkan secara besar-besaran dalam kultur murni dengan metode apapun yang sudah diketahui. Jamur-jamur tersebut belum dapat ditumbuhkan dalam media buatan tanpa tanaman inang (Smith and Read, 1997).

Cendawan mikoriza dapat diperbanyak atau dibiakkan dengan teknik kultur pot menggunakan tanaman inang

tertentu. Inang yang sering digunakan yaitu *peuraria javanica* (pj) sejenis legum cover crop (LCC), sorgum, jagung dan kedelai, sedangkan sebagai sumber inokulum mikoriza adalah spora yang diisolasi dari rhizosfer. Namun jenis tanaman inang dan sumber inokulum yang berbeda akan mempengaruhi daya infektivitas dan efektifitas cendawan mikoriza (Mosse, 1981).

Pupuk hayati mikoriza merupakan campuran spora, meselium, hifa cendawan dan potongan-potongan akar tanaman inang yang terinfeksi dan media tanam atau disebut dengan istilah "propagul" (Salisbury dan Ross, 1995)

Isolasi spora MVA dari rhizosfer berbagai tanaman inang antara lain kudzu, kedelai, jagung menggunakan metode sentrifugasi sukrosa. Kemudian spora yang diperoleh diinokulasikan atau dibiakkan pada tanaman-tanaman inang yang terdiri dari kudzu, kedelai, dan jagung, dengan metode kultur pot (Pierson dan Diem, 1982).

Mikoriza adalah suatu struktur sistem perakaran yang yang termasuk sebagai manifestasi adanya simbiosis mutualisme antara cendawan (Mices) dan perakaran (Rhiza) tumbuhan tinggi. Mikoriza, suatu bentuk asosiasi mutualisme antara cendawan (Mices) dan perakaran (Rhiza) tumbuhan tingkat tinggi, memiliki spektrum yang sangat luas baik segi tanaman inang, jenis cendawan, mekanisme asosiasi, efektifitas, mikrohabitat maupun penyebarannya. Dalam fenomena ini jamur menginfeksi dan mengkoloni akar tanpa menimbulkan nekrosis sebagaimana biasa terjadi pada infeksi jamur patogen, dan mendapatkan pasokan nutrisi secara teratur dari tanaman.. Dalam hal ini cendawan tidak merusak atau membunuh tanaman inangnya tetapi memberi suatu keuntungan kepada tanaman inang (host) dimana tanaman inang menerima hara mineral, sedangkan cendawan memperoleh senyawa karbon dari hasil fotosintesis tanaman inangnya (Hanum, 1997).

Untuk meningkatkan produksi produksi tanaman pada tanah-tanah dengan ketersediaan P yang rendah diperlukan suatu usaha yang dapat meningkatkan kelarutannya seperti penggunaan mikroorganisme. Untuk itu perlu dikembangkan produk biologi yang

berfungsi meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah disebut sebagai pupuk hayati (Killham and Foster, 1995).

Salah satu jenis pupuk hayati yang berperanan terhadap peningkatan kesehatan tanah, ramah lingkungan dan mampu meningkatkan status hara tanah serta hasil pertanian adalah pupuk hayati mikoriza. Bagi tanaman inang, adanya asosiasi ini dapat memberikan manfaat yang sangat besar bagi pertumbuhannya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung, mikoriza berperan dalam perbaikan struktur tanah, meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk (biogeokhemis). Sedangkan secara langsung, mikoriza dapat meningkatkan serapan air, hara dan melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan kelembaban yang ekstrim, meningkatkan produksi hormon pertumbuhan dan zat pengatur tumbuh lainnya seperti auxin, cytokinin, giberelin dan vitamin terhadap tanaman inangnya. Dengan demikian mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena status nutrisi tanaman dapat ditingkatkan dan diperbaiki, terutama untuk daerah yang bermasalah, tanah-tanah marginal (Smith and Read, 1997).

Mikoriza mampu meningkatkan ketahanan terhadap serangan patogen akar, misalnya dengan menghasilkan selubung akar atau antibiotik. Mikoriza juga dapat meningkatkan resistensi terhadap kekeringan, terutama pada daerah yang kurang hujan. Pertumbuhan tanaman pada tanah yang tercemar logam berat, dapat ditingkatkan ketahanannya jika dikolonisasi oleh mikoriza, misalnya pada daerah pertambangan. Mikoriza juga mampu menyesuaikan diri pada lingkungan yang ekstrim, terutama pada tanah marginal seperti daerah kering, pH rendah, tanah masam, dan lain-lain (Fakuara and Setiadi, 1990).

Berdasarkan uraian di atas terlihat bahwa betapa besar sumbangan yang diperoleh dengan pemanfaatan pupuk hayati mikoriza baik terhadap lingkungan edafik maupun terhadap tanaman, sedangkan pengadaan pupuk hayati mikoriza selama ini masih sangat terbatas

dan langka. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang studi pembuatan pupuk hayati mikoriza dengan metoda trapping yang bertujuan untuk mengetahui jenis tanaman inang dan sumber inokulum yang paling baik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam pembuatan pupuk hayati mikoriza berkaitan dengan upaya meningkatkan kesuburan tanah dengan sistem ramah lingkungan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor yang diteliti adalah beberapa jenis tanaman inang dan beberapa jenis sumber inokulum.

Faktor jenis tanaman inang terdiri dari :

A1 = kudzu (*Pueraria javanica*)

A2 = kedelai (*Glycine max* (L.) merrill)

A3 = jagung (*Zea mays* L.)

Faktor sumber inokulum terdiri dari :

B1 = spora asal rhizosfer kudzu

B2 = spora asal rhizosfer kedelai

B3 = spora asal rhizosfer jagung

Dengan demikian terdapat 27 satuan percobaan. Data yang diperoleh secara statistic diuji dengan sidik ragam (uji F) untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan untuk membandingkan perlakuan terpilih digunakan uji lanjut Duncan pada taraf 5 %.

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Unsyiah, dan laboratorium biologi tanah Fakultas Pertanian USU, Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Unsyiah dari bulan Juni 2011 sampai November 2011. Pelaksanaan Penelitian terdiri dari beberapa tahap.

I. Isolasi, Spora Mikoriza Asal Rhizosfer Kudzu, Kedelai, dan Jagung

Isolasi spora VAM (Vesikula Arbuskula Mikoriza) dari sampel rhizosfer kudzu, kedelai, dan jagung menggunakan metoda sentrifugasi sukrosa dilakukan di laboratorium biologi tanah. Ekstraksi spora mikoriza dilakukan untuk memisahkan spora mikoriza dari tanah rhizosfer kudzu, kedelai, dan jagung. Teknik yang digunakan dalam mengekstraksi spora VAM (Vesikula Arbuskula Mikoriza) adalah teknik tuang saring basah dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugasi.

II. Penangkaran (Trapping)

Tahap berikutnya adalah perbanyak inokulum mikoriza asal spora rhizosfer kudzu, kedelai, dan jagung, dengan tehnik kultur pot menggunakan tanaman inang kudzu, kedelai dan jagung. Spora yang diperoleh dari rhizosfer kudzu, kedelai, dan jagung diinokulasikan pada tanaman-tanaman inang. Sebagai media tumbuh digunakan campuran pasir steril dan tanah rhizosfer yang steril untuk tiap pot (1:1). Teknik pengisian media adalah pot diisi pasir steril 1/3 bagian, kemudian 1/3 bagian diisi tanah rhizosfer steril dan 1/3 bagian terakhir ditutup dengan pasir steril, sehingga media tanam tersusun atas pasir steril-tanah rhizosfer steril-pasir steril. Aqua cup yang digunakan sebagai pot terlebih dahulu diseterilkan dengan larutan klorax. Benih tanaman inang dibibitkan pada media pasir steril dalam baki pembibitan, yang sebelumnya direndam dahulu dengan air hangat untuk memecahkan dormansi yang mungkin terjadi

Setelah bibit tanaman inang berumur 1 minggu, tanaman dipindahkan ke pot-pot tanaman yang telah disediakan., kemudian dimasukkan suspensi spora di sekitar perakaran tanaman inang (kudzu kedelai, dan jagung). Selama pertumbuhan tanaman diberi pupuk hyponex dengan dosis 50 mg/l untuk 50 pot tanaman. Pemeliharaan tanaman meliputi kegiatan penyiraman tanaman 2 kali sehari pagi dan sore, pemberian hara dengan pupuk hyponex dengan interval pemberian 3 kali seminggu pada saat umur tanaman 1 bulan, setelah tanaman berumur 2 bulan dipupuk 2 kali seminggu dan setelah berumur 3 bulan pemupukan sekali dalam seminggu. Untuk melihat derajat infeksi jamur pada akar digunakan metoda pewarana akar menurut Giovanmetri dan Mosse (1981). Setelah tanaman berumur 3 bulan sampel akar dipotong dicek kolonisasinya dan bila infeksi jamur pada akar melebihi 80 %, maka tanaman inang sudah dapat dipotong atau dipanen dan tanah dibiarkan mengering dan rajangan akar dicampur dengan tanah dan disimpan dalam kantong plastik sebagai sumber inokulum mikoriza. Bila belum mencapai 80 % tanaman inang dipelihara lagi.

III. Pembiakan dan Perbanyak Inokulum Pupuk Hayati Mikoriza

Inokulum yang diperoleh dibiakkan atau diperbanyak dengan menggunkan tanaman jagung (*Zea mays*) dan rumput gajah (*Setaria*). Propagul mikoriza yang terdiri dari spora, hifa, miselium, tanah dan akar yang terinfeksi diperbanyak atau dibiakkan pada tanaman jagung (*Zea mays*) dan rumput gajah (*Setaria*) pada polibag ukuran 10 kg. Sampel tanah seteril sebanyak 10 kg dimasukkan ke dalam polibag, kemudian pada setiap polibag ditanam dengan bibit jagung dan tunas tanaman rumput gajah (*Setaria*). Pada masing-masing lubang tanam ditambahkan 10 g propagul mikoriza dan selanjutnya pemeliharaan tanaman dilakukan penyiraman dan penyiangan. Pada saat tanaman jagung dan rumput gajah berbunga atau pada akhir fase vegetatif dan pada awal fase generatif pemeliharaan dihentikan dan tanah pada kedalaman 0-20 cm atau zona rhizosfer digunakan sebagai sumber inokulum pupuk hayati mikoriza.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi efektivitas dan infektivitas pupuk hayati mikoriza yang terdiri dari :

1. Analisis kadar P jaringan tanaman. Bagian tanaman (batang, daun) dikeringovenkan pada suhu 70 0C selama 48 jam, selanjutnya digiling halus dan kadar hara P tanaman dianalisis dengan menggunakan metoda destruksi basah menggunakan H₂SO₄ dan H₂O₂ serta diukur dengan alat Spectrofotometer.
2. Persentase infeksi akar oleh mikoriza. Persentase infeksi akar diukur dengan melihat akar yang terinfeksi oleh mikoriza. Untuk menghitung persentase akar yang terinfeksi oleh mikoriza terlebih dahulu dilakukan tehnik pewarnaan akar yang dikembangkan oleh Phylip dan Hayman (1970).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sidik ragam (uji F) pengaruh beberapa jenis tanaman inang ,sumber inokulum berpengaruh nyata terhadap derajat infeksi mikoriza dan serapan P tanaman. Terdapat pengaruh interaksi antara jenis tanaman inang dan sumber inokulum terhadap derajat infeksi dan serapan P tanaman. Hasil uji beda rata-rata pengaruh beberapa jenis tanaman inang, sumber inokulum dan pengaruh interaksi, terhadap derajat infeksi mikoriza dan serapan P tanaman disajikan pada Tabel 1. Tabel 1 terlihat bahwa perlakuan jenis tanaman inang terbaik adalah tanaman inang kudzu (A1) sumber inokulum yang terbaik adalah spora asal rhizosfer kudzu (B1), dan interaksi yang terbaik adalah tanaman inang kudzu dengan sumber inokulum spora asal rhizosfer kudzu (A1B1) terhadap parameter derajat infeksi mikoriza dan serapan P tanaman yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Dengan demikian dapat disimpulkan, kompatibilitas mikoriza dengan tanaman inang sangat bervariasi bergantung pada spesies mikoriza, spesies tanaman inang dan kondisi lingkungannya Fransiska (2005) yang ditunjukkan oleh efektivitasnya dan infektivitas infeksi yang lebih tinggi pada mikoriza asal rhizosfer tanaman inang yang sama dengan tanaman inangnya.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan perlakuan sumber spora yang berasal dari rizosfer tanaman yang sama dengan jenis tanaman inangnya cenderung lebih baik dari perlakuan sumber spora yang berasal tanaman inang yang berbeda dengan jenis tanaman inangnya terhadap derajat infeksi dan serapan P tanaman.

Dengan demikian mikoriza asal rhizosfer tanaman inang yang sama dengan jenis tanaman inangnya lebih kompatibel daripada mikoriza asal rhizosfer tanaman inang yang berbeda dengan jenis tanaman inangnya.

Infektivitas diartikan sebagai daya jamur untuk menginfeksi dan mengkoloni akar tanaman. Infektivitas dalam hal ini dinyatakan sebagai proporsi akar tanaman yang terinfeksi.

Tabel 1. Pengaruh Beberapa Jenis Tanaman Inang, Sumber inokulum, dan Interaksi Terhadap Derajat Infeksi Mikoriza dan Serapan P Tanaman

Perlakuan	Derajat Infeksi (%)	Serapan P Tanaman (%)
Pengaruh Jenis Tanaman Inang :		
A1	91,50 a	38,11 a
A2	81,14 b b	24,45 b
A3	67,50 c c	17,34 C
Pengaruh Jenis Sumber Inokulum		
B1	85,06 a	36,34 A
B2	83,42 b	25,33 B
B3	73,31 b	18,22 C
Pengaruh Interaksi		
A1B1	96,27 a	54,67 A
A1B2	83,18 d	16,67 E
A1B3	54,82 f	3,67 G
A2B1	85,13 c	23,00 D
A2B2	92,23 b	46,67 B
A2B3	73,11 e	7,67 F
A3B1	71,77 e	25,33 d
A3B2	74,86 e	34,33 C
A3B3	86,01 e	27,67 D

Keterangan : Angka yang diikuti oleh notasi yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Beda Rataan Duncan pada $P < .05$

Efektifitas menunjukkan perbandingan besarnya peranan atau pengaruh mikoriza (Fransiska, 2005). Infektivitas dan efektivitas mikoriza dipengaruhi spesies cendawan, tanaman inang, interaksi mikrobial, tipe perakaran tanaman inang, dan kompetisi antara cendawan mikoriza yang disebut sebagai faktor biotik, dan faktor lingkungan tanah yang disebut sebagai faktor abiotik (Salisbury dan Ross, 1995).

Walau MVA tidak mempunyai spesifitas tertentu tanaman inang, namun kemampuan menginfeksi dan mengkoloni akar berbeda antar spesies yang satu dengan yang lainnya. Hal ini diduga karena perbedaan dalam daya adaptasi terhadap kondisi tanah, keberlimpahan propagul dan sifat fisiologi propagul serta perkembangan jamur di dalam akar setelah infeksi (Mosse, 1981).

Jenis tanaman yang berbeda akan menunjukkan reaksi yang berlainan terhadap infeksi mikoriza dan secara tak langsung mempengaruhi perkembangan infeksi dan kolonisasi jamur mikoriza. Perbedaan reaksi tersebut sangat dipengaruhi oleh aras kepekaan tanaman terhadap infeksi dan sifat ketergantungan

tanaman pada mikoriza dalam serapan hara terutama di tanah yang kekurangan P. Kedua sifat tersebut ada kaitannya dengan tipe perakaran dan keadaan fisiologi atau perkembangan tanaman.

Faktor lingkungan tanah yang mempengaruhi MVA terutama sekali bahan organik dan residu akar, unsur hara, pH, suhu, serta kadar air tanah (Smith and Read, 1997).

Mikoriza sangat berpengaruh terhadap peningkatan serapan P tanaman. Meningkatnya P tersedia tanah akibat pengaruh mikoriza disebabkan oleh P terbebas dari fiksasi Al maupun akibat terlarutnya ikatan Ca-P, karena peranannya mikoriza dalam penyediaan hara P. Peranan mikoriza mampu meningkatkan serapan hara terutama P disebabkan disamping membentuk hifa interna, mikoriza juga membentuk hifa eksterna. Fungsi utama dari hifa ini adalah untuk menyerap unsur hara dan air dari dalam tanah. P yang terakumulasi pada hifa eksterna akan segera dirubah menjadi senyawa polifosfat dengan adanya enzim fosfatase. Senyawa polifosfat ini kemudian dipindahkan ke hifa interna dan arbuskula. Di dalam arbuskula senyawa

polifosfat dipecah menjadi fosfat anorganik yang kemudian dilepaskan kedalam jaringan tanaman inang (Killham and Foster, 1995).

Keuntungan MVA pada tumbuhan yang dikenal baik, dengan meningkatkan penyerapan fosfat, meskipun hara lainnya sering meningkat pula. Mikoriza yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif, sehingga tanaman yang bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan unsur hara dan air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa, perlakuan berbagai jenis tanaman inang berpengaruh nyata terhadap derajat infeksi dan serapan P tanaman. Perlakuan sumber inokulum berpengaruh nyata terhadap derajat infeksi dan serapan P tanaman.

Terdapat interaksi yang nyata dengan perlakuan jenis tanaman inang dan sumber inokulum terhadap derajat infeksi dan serapan P tanaman dan interaksi yang paling baik yaitu perlakuan tanaman inang kudzu dan sumber spora asal rhizosfer kudzu.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan percobaan yang mengkaji kualitas pupuk hayati mikoriza dengan metoda Most Portable Number (MPN) dan aplikasi pupuk hayati mikoriza pada tanaman indikator.

DAFTAR PUSTAKA

Alexander. 1978. Introduction to Soil Microbiology. 78 p. Jhon Wiley and Sonc, Inc. New York.

Fakuara, M. Y, Y. Setiadi.1990. Aplikasi Mikoriza Dalam Pembangunan Hutan Tanaman Industri. Prosiding Seminar Bioteknologi Hutan. 30-40 p. Fakultas Kehutanan -UGM. Yogyakarta.

Fransiska, E. 2005. Uji Kompatibilitas Mikoriza Vesikular Arbuskula Terhadap Pembibitan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) pada Media Tanam Ultisol dan Histosol. 40-48 p. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.

Gianinazzi-Pearson, V and H. G. Diem. 1982. Endomycorrhizae in The Tropical Soil. In Y. R. Dommergues and H. G. Diem (eds). Microbiology of Tropical Soil and Plant Productivity. 40-45 p. Martinus Nijhoff/Dr . W. Junk Pub. London.

Hanum,. H. 1997. Inokulasi Ganda Rhizobium dan Mikoriza-VA untuk Meningkatkan Ketersediaan Hara N dan P Berkaitan dengan Produksi Kedelai pada Tanah Tambunan –A Langkat. 33-39 p. Tesis Program Pascasarjana USU. Medan.

Killham, K. and R. Foster. 1995. Soil Ecology. 25-29 p. University Press. Cambridge Subba.

Mosse, B. 1981. Vesikular-Arbuskular Mycorrhiza Research for Tropical Agriculture Tress..82 p. Bull. Inst. Trop. Agric. And Human Resource Hawaii.

Rao, N.S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. 30 p. Universitas Indonesia. UI-Press. Jakarta.

Salisbury, F. B dan C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono. 25-29 p. Penerbit ITB. Bandung.

Smith S. E. Read D. S, 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Second Edition. 40-50 p. Academic Press, Harcourt Brale and Company Publisher, London.