

PENGARUH BERBAGAI JENIS TANAMAN INANG DAN BEBERAPA JENIS SUMBER INOKULUM TERHADAP INFEKTIVITAS DAN EFEKTIVITAS MIKORIZA

Infectiviness and Effectiviness of Mycorrhizae in the Some Host Plants and Source of Inoculum

Nurhayati

Staf Pengajar Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari infektivitas dan efektivitas mikoriza pada berbagai jenis tanaman inang dan sumber inokulum. Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Unsyiah, laboratorium Biologi Tanah di Fakultas Pertanian USU dan Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Unsyiah sejak bulan Juli 2011 hingga November 2011. 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: kudzu, kedelai, dan jagung. Sedangkan faktor sumber inokulum terdiri dari: spora asal rhizosfer kudzu, spora asal rhizosfer kedelai, dan spora asal rhizosfer jagung. Peubah yang diamati adalah: derajat infeksi mikoriza dan serapan P tanaman. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa terdapat interaksi antara jenis tanaman inang dengan jenis sumber inokulum terhadap infektivitas dan efektivitas mikoriza. Perlakuan yang terbaik pada peubah derajat infeksi mikoriza (infektivitas mikoriza) dan serapan P tanaman (efektivitas mikoriza) adalah kombinasi tanaman inang kudzu, dengan sumber inokulum spora asal rhizosfer kudzu.

Kata kunci : mikoriza, kudzu, kedelai, jagung

ABSTRACT

This research aims to study the types of host plants and source of inoculum is best in the manufacture of mycorrhizal biofertilizer. The study was conducted at the home screen Unsyiah Faculty of Agriculture, Soil Biology Laboratory at USU College of Agriculture and Soil Chemistry Laboratory at the Faculty of Agriculture Unsyiah since July 2011 to November 2011. This research used randomized completely block design (RCBD) factorial with two factors and three replications. Factors studied are several types of host plants and some types of sources of inoculum. Variety of host factors consist: kudzu, soybean, and corn and factors source of inoculum consisted of: spore origin rhizosfer kudzu, rhizosfer spores from soybean, and spores rhizosfer origin of maize. Variables observed in this study is the degree of mycorrhizal infection, plant P uptake. From the research results obtained can be concluded that there is interaction between host plant species with the type of source of inoculum of mycorrhizal infectivity and effectiveness. The best treatment of the parameters of the degree of mycorrhizal infection (infectivity of mycorrhizal) and plant P uptake (mycorrhizal effectiveness) is a combination of host plant kudzu to the source of spore inoculum origin rhizosfer kudzu.

Keywords : mycorrhizal, kudzu, soybean, corn

PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan 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.

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.

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 N_2 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. 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 rhizosfer-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.

Pengaruh pupuk anorganik dengan dosis tinggi bukanlah tanpa masalah. Belakangan diketahui bahwa penggunaan pupuk kimia secara terus menerus telah mengakibatkan penurunan kesuburan tanah dan makin mengerasnya lahan, akibatnya, produktivitas lahan selalu mengalami penurunan dari waktu ke waktu. Mengatasi masalah tersebut telah ditemukan pupuk buatan hayati hasil rekayasa bioteknologi yang ramah

lingkungan, yakni pupuk hayati mikoriza (Sutanto 2002).

Salah satu jenis pupuk hayati yang berperan 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 (Sieverding 1991).

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 & Read 1997).

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", (Widada 1997)

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 (Daniel & Trappe 1982).

Mikoriza adalah suatu struktur sistem perakaran 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, efektivitas, 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 (Salisbury & Ross 1995).

Mikoriza mampu meningkatkan ketahanan terhadap serangan patogen akar, misalnya dengan menghasilkan selubung akar atau antibiotik. Mikoriza juga dapat meningkatkan resistensi terhadap keke-
ringan, 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 (Mosse 1981).

Berdasarkan uraian di atas terlihat bahwa ada sumbangan yang diperoleh dengan pemanfaatan pupuk hayati mikoriza baik terhadap lingkungan edafik maupun tanaman, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang infektivitas dan efektivitas mikoriza yang bertujuan untuk mengetahui jenis tanaman inang dan sumber inokulum yang paling sesuai.

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 statistik 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.

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

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 Philip & Hayman (1970).

Analisis kadar P jaringan tanaman. Bagian tanaman (batang, daun) dikeringovenkan pada suhu 70 °C 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. Persentase infeksi akar oleh mikoriza.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam 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 rataa pengaruh beberapa jenis tanaman inang, sumber inokulum dan pengaruh interaksi, terhadap derajat infeksi mikoriza dan serapan P tanaman disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 dan Tabel 2 terlihat bahwa perlakuan jenis tanaman inang terbaik adalah tanaman inang kudzu sumber inokulum yang terbaik adalah spora asal rhizosfer kudzu dan interaksi yang terbaik adalah tanaman inang kudzu dengan sumber inokulum spora asal rhizosfer kudzu 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. Bianciotto *et al.* (1989) juga menjelaskan bahwa efektivitas 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 rhizorfer tanaman inang yang sama dengan jenis tanaman inangnya lebih

Tabel 1. Pengaruh beberapa jenis tanaman inang, sumber inokulum, dan interaksi terhadap serapan P tanaman

| Perlakuan | | | | Total | Rataan |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|
| | B ₁ | B ₂ | B ₃ | | |
| A ₁ | 54,67a | 25,33d | 34,33c | 114,33 | 38,11a |
| A ₂ | 46,67b | 23,00d | 3,67g | 73,34 | 24,45b |
| A ₃ | 7,67f | 27,67d | 16,67e | 52,01 | 17,34c |
| Total | 109,01 | 76,00 | 54,67 | | |
| Rataan | 36,34a | 25,33b | 18,22c | | |

Tabel 2. Pengaruh beberapa jenis tanaman inang, sumber inokulum, dan interaksi terhadap derajat infeksi mikoriza

| Perlakuan | | | | Total | Rataan |
|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|
| | B ₁ | B ₂ | B ₃ | | |
| A ₁ | 96,27a | 92,23b | 86,01c | 274,51 | 91,50a |
| A ₂ | 87,13c | 83,18d | 73,11e | 243,32 | 81,14b |
| A ₃ | 71,77e | 74,86e | 54,82f | 201,45 | 67,15c |
| Total | 255,17 | 250,27 | 213,94 | | |
| Rataan | 85,06a | 83,42b | 71,31b | | |

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 (Nuhamara 1994).

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.

Walau MVA tidak mempunyai spesifitas tertentu tanaman inang, namun kemampuan menginfeksi dan mengkoloni akar berbeda antarspesies. 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 tanaman (Sieverding 1991)

Faktor lingkungan tanah yang mempengaruhi MVA terutama sekali bahan organik dan residu akar, unsur hara, pH, suhu, serta kadar air tanah (Gianinazzi-Pearson & Diem 1982).

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 peranan mikoriza dalam penyediaan hara P. Fenomena ini dapat terjadi melalui berbagai mekanisme, yaitu:

1. Enzim fosfatase yang dihasilkan oleh MVA mampu melepaskan P dari ikatan-ikatan spesifik. Mekanisme ini dirangsang oleh keberadaan asam-asam fosfatase yang terdapat pada hifa MVA, sehingga P anorganik dibebaskan dari sumber P organik pada daerah dekat permukaan sel akar, sehingga dapat diserap melalui proses serapan hara. Aktivitas enzim fosfatase dipacu dengan adanya asam-asam fosfatase yang terdapat pada hifa MVA yang sedang aktif.
2. Melalui proses pelarutan dari bentuk P terfiksasi maupun terikat dalam senyawa Ca-P pada rock fosfat. Hal ini disebabkan karena MVA dapat menghasilkan asam-asam organik yang berperan, dimana asam oksalat yang dapat mengkhelat ion Ca ataupun ion Al dan menyingkirkan dari larutan tanah dalam bentuk senyawa Ca-oksalat, ataupun Al-oksalat, sehingga P anorganik dapat terbebas ke larutan tanah.
3. Dalam keadaan tanah non steril, diduga mikoriza mampu berinteraksi dengan bakteri dan jamur pelarut fosfat. Mikoriza akan menyerap P yang dibebaskan oleh bakteri dan jamur pelarut fosfat, sehingga P yang terbebas itu tidak akan terfiksasi oleh agen-agen pengikat P. Menurut Husin (1992) bahwa seiring dengan peningkatan P tersedia tanah, serapan P tanaman juga meningkat. Disinilah peranan mikoriza yang dominan, dimana mikoriza tidak dapat menggantikan pupuk P, tetapi membebaskan P menjadi tersedia dan efisiensi pupuk lebih meningkat.

Disamping itu peranan mikoriza mampu meningkatkan serapan hara, disebabkan disamping membentuk hifa interna, mikoriza juga membentuk hifa eksterna. Pada hifa eksterna akan terbentuk spora, yang merupakan bagian penting dari mikoriza yang berada di luar akar. Fungsi

utama dari hifa ini adalah untuk menyerap unsur hara dan air dari dalam tanah. P yang terakumulasi pada hifa eksternal 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.

Menurut Hanum (1995), keuntungan MVA pada tumbuhan yang dikenal baik, dengan meningkatkan penyerapan fosfat, meskipun hara lainnya sering meningkat pula. Peningkatan serapan P oleh akar yang bermikoriza ini sebagian besar disebabkan oleh perluasan sistem penyerapan yang diberikan oleh misellia fungi. Hifa jamur yang meluas dalam tanah menyerap ion P yang terbebas dari mineral tanah atau organisme lain dan mentranslokasikan ke perakaran inang. Dijelaskan oleh Seiverding (1991) bahwa mikoriza yang menginfeksi sistem perakaran akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga akar tanaman yang bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air.

Penyerapan unsur hara khususnya P sangat dipengaruhi oleh panjang total hifa yang hidup, penyebaran hifa di dalam tanah dan oleh energi kinetik penyebaran hifa (Jakobsen 1992 *dalam* Hapsah 2003). Hifa eksternal mikoriza berperan dalam penyerapan unsur hara anorganik oleh akar tanaman, distribusi hifa ini ketempat yang kaya unsur hara dan diduga sangat efektif berkompetisi dengan mikroba tanah lainnya (Smith & Read 1997).

Dilaporkan peningkatan penyerapan unsur hara oleh mikoriza dapat merupakan penyerapan hifa secara langsung dan secara tidak langsung yang disebabkan oleh adanya perubahan morfologi dan fisiologi akar-akar tumbuhan (Persad-Chinney & Chinnery 1996 *dalam* Hapsah 2003). Volume tanah yang dapat dieksplorasi oleh hifa eksternal mikoriza meningkat 5-200 kali dibandingkan dengan eksplorasi

akar tanpa mikoriza (Seiverding 1991). Kondisi inilah yang menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang bermikoriza cenderung lebih baik. Selain hara P hifa eksternal mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara lain seperti N, K, Ca dan Mg (Seiverding 1991). Bahkan unsur-unsur mikro seperti Zn, Cu, B, Mo juga meningkat penyerapannya (Smith & Read 1997). Sedangkan menurut (Seiverding 1991) kadar Fe, Mn dan Cl juga ada dalam konsentrasi tinggi pada tanaman yang bermikoriza meskipun belum diketahui mekanismenya. Mikoriza yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif, sehingga tanaman yang bermikoriza akan mampu meningkatkan dalam menyerap unsur hara dan air.

SIMPULAN DAN SARAN

Perlakuan berbagai jenis tanaman inang berpengaruh terhadap derajat infeksi dan serapan P tanaman. Perlakuan sumber inokulum berpengaruh terhadap derajat infeksi dan serapan P tanaman. Ada 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.

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

DAFTAR PUSTAKA

- Bianciotto, V. Palazzo D, & Bonfante-Fasolo P. 1989. Germination process and hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus. *Alionia*.
- Daniels, B.A. & J.M. Trappe. 1982. Factors Affecting Spore Germination of the Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungus, *Glomus Epigaeus*. *Mycologia*.

- Gianinazzi-Pearson, V & 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. Dr . W. Junk Pub. London.
- Hanum, H. 1995. Inokulasi Ganda Rhizobium dan Mikoriza-VA untuk Meningkatkan Ketersediaan Hara N dan P Berkaitan dengan Produksi Kedelai pada Tanah Tambunan –A Langkat. Tesis Program Pascasarjana USU. Medan.
- Hapsoh. 2003. Kompabilitas MVA dan Beberapa Genotip Kedelai pada Berbagai Tingkat Cekaman Kekeringan Tanah. Tesis Program Pascasarjana USU. Medan.
- Husin E.F. 1992. Perbaikan beberapa sifat kimia tanah podsolik merah kuning dengan pemberian pupuk hijau *Sesbania rostrata* dan inokulasi mikoriza vesikular arbuskular serta efeknya terhadap serapan hara dan hasil tanaman jagung. Disertasi Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Mosse, B. 1981. Vesikular- Arbuskular Mycorrhiza Research for Tropical Agriculture Tress. Bull. Hawai. Inst. Trop. Agric. And Human Resource.
- Nuhamara, S.T., 1994. Peranan mikoriza untuk reklamasi lahan kritis. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystem. Eschbom: Deutsche GHTZ GmbH.
- Subba Rao, N.S. 1994. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Universitas Indonesia. UI-Press.
- Salisbury, F. B & C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono. Penerbit ITB. Bandung.
- Smith S. E. & Read D. S, 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Second Edition. Academic Press, Harcourt Brale and Company Publisher, London.
- Sutanto, R. 2002. Pertanian Organik. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Widada J. 1997. Peranan Mikoriza Vesikular–Arbuskular dalam Pengelolaan Tanah Mineral Masam Tropika.