

POTENSI KULAT MIKORIZA SEBAGAI BIOBAJA DALAM INDUSTRI PERTANIAN

NORMAN HAJI KASIRAN

Universiti Teknologi MARA Cawangan Pahang, 26400 Bandar Jengka, Pahang.

ABSTRAK

Secara umumnya, mikoriza merupakan satu hubungan yang bersifat mutualistik di antara kulat tanah dengan akar-akar tumbuhan. Hubungan kedua-dua ini mendatangkan kebaikan kepada kedua belah pihak. Satu tanaman itu dapat memberikan hasil yang baik melalui pertumbuhannya, apabila hidup dan berkerjasama dengan kulat Mikoriza Vasikular-Arbuskular (MVA). Banyak kajian telah menunjukkan bahawa MVA dapat meningkatkan pengambilan nutrien oleh akar dari tanah seterusnya mempertingkatkan pertumbuhan pokok.

PENDAHULUAN

Pertambahan penduduk dunia kian meningkat, maka permintaan terhadap makanan juga meningkat. Ini telah mendesak ke arah pelaksanaan sistem pertanian yang lebih berkesan dan intensif. Adalah menjadi satu cabaran kepada saintis kini untuk mencari satu amalan pertanian yang dapat meningkatkan pengeluaran yang dapat mengurangkan kos dan juga aspek pemeliharaan kemampunan alam sekitar.

Kos pengurusan ladang adalah tinggi terutama pada tanah yang kekurangan nutrien. Adalah dianggarkan kos melibatkan pembajaan melebihi dari 20% dari jumlah kos pengeluaran ladang. Penambahan baja yang berlebihan adalah tidak ekonomik terutama baja fosfat. Ini disebabkan baja fosfat mudah larut lesap dan tidak semua nutrien sempat diserap oleh pokok. Begitu juga hampir 90% fosforus dalam tanah terutama tanah di kawasan tropika adalah sukar diambil oleh pokok. Ini kerana ia hadir sebagai mineral fosfat yang tidak larut atau telah diikat oleh kompleks ferum dan aluminium dalam tanah (Mosse, 1981).

Sehubungan itu bagi mengurangkan kos pembajaan, satu kombinasi aplikasi baja dengan penggunaan mikroorganisma tanah telah dikaji dan hasilnya amat memberangsangkan. Kulat mikoriza adalah mikroorganisma yang berpotensi sebagai biobaja. Kulat mikoriza ini berkemampuan meningkatkan pertumbuhan pokok terutama di tanah yang kurang subur.

Takrifan Kulat Mikoriza

Perkataan Mikoriza berasal dari bahasa Greek dimana *mykes* bermaksud cendawan dan *rhiza* bermaksud akar. Perkataan ini telah diungkapkan oleh Frank (1885) untuk menerangkan pertalian di antara dua jenis organisma yang berlainan untuk membentuk suatu organ morfologi yang mana kedua-dua organisma mendapat faedah antara satu sama lain. Perhubungan yang menfaatkan kedua-dua pihak ini dipanggil simbiosis mutualistik. Di mana tumbuhan perumah mendapat nutrien galian dari dalam tanah sementara kulat pula mendapat sebatian karbon hasil dari fotosintesis yang dijalankan oleh tumbuhan (Harley, 1989).

Jenis-jenis Mikoriza

Secara umumnya, kulat Mikoriza terbahagi kepada dua jenis iaitu ektomikoriza dan endomikoriza. Pengelasan ini berdasarkan kepada susunatur fileman vegetatif kulat iaitu hifa pada tisu akar perumah.

Ektomikoriza

Kulat ektomikoriza hidup secara intrasel (antara sel) dalam korteks akar tumbuhan. Ia menghasilkan struktur hifa yang berjaring. Jaringan miselium yang membentuk selaput ini dipanggil jaringan Hartig. Walau bagaimanapun penembusan ke dalam sel tidak berlaku. Biasanya suatu mantel tebal menyeliputi sekeliling akar dan ini menyebabkan perubahan bentuk morfologi akar tersebut (Sieverding, 1991). Kulat ektomikoriza boleh menghasilkan hifa dalam kuantiti yang banyak pada akar dan dalam tanah (Sylvia, 1997). Hifa ini berfungsi dalam proses penyerapan dan translokasi nutrien tak organik dan juga air. Ia juga menghasilkan enzim yang berfungsi dalam proses mineralisasi bahan organik.

Biasanya kulat ektomikoriza boleh dijumpai pada tumbuhan berkayu dari pokok-pokok renek sehinggalah pada pokok hutan. Walau bagaimanapun kebanyakan tumbuhan perumah yang menjalinkan hubungan dengan kulat ini adalah tumbuhan dari keluarga Pinaceae, Fagaceae, Betulaceae dan Myrtaceae. Kulat ini memainkan peranan yang penting dalam kitaran ekosistem hutan.

Endomikoriza

Kulat endomikoriza tumbuh dengan cara intersel (dalam sel) dan juga intrasel (di antara sel) serta membentuk struktur khusus di dalam sel korteks (Sieverding, 1991). Endomikoriza terbahagi kepada beberapa subjenis iaitu Mikoriza Vasikular-Arbuskular (MVA), Ektendomikoriza, Mikoriza Arbutoid, Mikoriza Monotropoid, Mikoriza Ericoid dan Mikoriza Orkid. Jenis mikoriza yang tersebar luas di seluruh dunia dan menjangkiti hampir kebanyakan tumbuhan ialah Mikoriza Vasikular-Arbuskular (MVA). Kulat MVA ini wujud dalam keadaan alamiah bersama-sama dengan hampir semua tumbuhan tropika dan subtropika (Sieverding, 1991).

Kulat Mikoriza Vesikular-Arbuskular (MVA)

Kulat MVA termasuk dalam kumpulan Zigomycetes dan order Glomales. Menurut Morton (1990), pengelasan kulat Glomales adalah seperti berikut;

Order	: Glomales		
S.Order	: Gigasporinae		
Famili	: Acaulosporaceae	Gigasporaceae	Glomaceae
Genus	: Acaulospora	Gigaspora	Glomus
	Antriphospora	Scutellospora	Sclerocystis

Kulat MVA memerlukan faktor-faktor fizikal kimia dan biologi yang spesifik untuk membiak dan berkembang. Tumbuhan yang bermikoriza lazimnya menunjukkan perkembangan yang lebih baik jika dibandingkan dengan tumbuhan yang tidak menjalinkan hubungan dengan kulat mikoriza. Ini kerana mikoriza berupaya untuk terus hidup dalam keadaan iklim yang ekstrim dan membantu perkembangan

tumbuhan melalui peningkatan pengambilan nutrien dan toleransi tumbuhan terhadap tekanan persekitaran.

Kulit MVA berperanan membantu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan perumahnya dengan kehadiran hifa yang bertindak membekalkan nutrien yang diperlukan kepada akar tumbuhan. Kehadiran hifa ini membantu akar tumbuhan menjangkau kawasan yang lebih luas kerana hifa mampu menjadi penyambung fungsi akar untuk menjelajah kawasan yang tidak dapat dijangkau oleh akar sebenar (Srivastava, *et al.*, 1996). Dengan ini luas permukaan yang mampu diliputi oleh gabungan akar dan hifa ini menjadi bertambah luas. Maka proses penyerapan unsur-unsur yang diperlukan oleh tumbuhan seperti fosforus, kuprum dan zink dapat berlaku dengan lebih cepat dan dalam kuantiti yang lebih banyak. Ini kerana unsur-unsur tersebut adalah terhad dan mempunyai mobiliti yang perlahan (Srivastava, 1996).

Kulit MVA dijumpai secara alamiah dalam ekosistem daratan. Menurut Isaac (1992) kebanyakan tumbuhan di daratan adalah bermikoriza. Berdasarkan rekod spesies tumbuhan tropika 70.9% tumbuhan menjalinkan hubungan dengan kulit MVA manakala 15.7% tumbuhan menjalinkan hubungan dengan kulit selain kulit MVA dan hanya 13.4% tumbuhan hidup tanpa jalinan hubungan dengan sebarang kulit (Sieverding, 1991).

Tanaman tropika seperti kacang soya, jagung, sekoi,tembakau, ubi kayu, ubi keledak, padi, tebu, koko, getah, teh, kapas, kelapa sawit, rumput dan kekacang selalunya dikoloni oleh kulit MVA (Sieverding, 1991).

Biasanya spesies tumbuhan yang mempunyai sistem akar yang ekstensif amat bergantung kepada kulit MVA seperti ubi kayu, buah-buahan sitrus, bawang dan kebanyakan tumbuhan tropika. Spesies tumbuhan yang mempunyai sistem akar rerambut yang panjang dan banyak, kurang bergantung kepada MVA. Sementara tumbuhan yang mempunyai sistem akar rerambut yang pendek dan sedikit, sangat bergantung kepada kulit MVA.

STRUKTUR KULIT MIKORIZA VESIKULAR-ARBUSKULAR (MVA)

Hifa dan Miselium

Bentuk MVA yang paling penting ialah jaringan-jaringan hifa yang berselirat di bahagian luar akar iaitu di dalam tanah (Allen, 1991). Pada amnya hifa MVA terdiri dari dua jenis hifa iaitu hifa pelari yang agak kasar sifatnya berukuran garis pusat 8-20 μ m dan hifa penyerap yang berbentuk lebih halus yang berukuran lebih kecil lagi dan lebih bercabang-cabang serta berdinding nipis untuk tujuan penyerapan (Mosse, 1981). Himpunan hifa-hifa ini dipanggil miselium. Hifa tumbuh bercabang-cabang menembusi celah-celah partikel tanah. Hifa MVA adalah suatu sistem yang mampu mengambil nutrien dari dalam tanah dan mengangkut ke dalam tumbuhan. Hifa kulit merupakan lebih kurang 70% daripada biomassa kulit yang wujud dalam tanah.

Di bawah mikroskop, hifa mikoriza dapat dibezakan dari hifa kulit yang lain kerana hifa mikoriza agak kasar dengan cabang sisi yang pendek dan mempunyai bilangan septa yang amat sedikit. Selain itu juga hifa kulit MVA menghasilkan jenis hifa luaran termasuk hifa pelari yang agak kasar saiznya dan hifa penyerap yang bersaiz lebih halus.

Arbuskul

Arbuskul ialah cabangan-cabangan hifa yang terbentuk dengan banyak di dalam lingkungan sel plasmalema. Arbuskul terbentuk di dalam sel korteks sebaik sahaja penembusan hifa luaran ke dalam sel berlaku iaitu selepas 2 hingga 5 hari selepas penjangkitan. Arbuskul ini cepat hilang atau musnah iaitu dalam tempoh 4 hingga 15 hari sahaja. Kemudian ia akan hancur dan akan diserap oleh sel perumah.

Vesikel

Vesikel ialah hifa apical atau interkalari yang membengkak yang mengandungi lipid. Lanya terbentuk pada hifa dalaman di dalam korteks akar. Vesikel berfungsi sebagai organ penyimpanan makanan. Dimana semasa keadaan buruk iaitu apabila bekalan metabolit yang dihasilkan oleh perumah adalah rendah maka makanan yang disimpan ini digunakan oleh kulat. Terdapat juga setengah-setengah kulat MVA yang lain jarang membentuk vesikel.

Spora

Mikoriza juga membentuk spora yang dipanggil klamidospora atau azigospora. Spora terbentuk dari pembengkakan pada satu atau lebih hujung hifa yang berada dalam tanah atau akar. Biasanya spora mempunyai dinding tebal yang terdiri lebih dari satu lapisan dan boleh berfungsi sebagai propagul yang berupaya menjangkiti akar perumah.

Mikoriza juga boleh membentuk satu struktur yang lebih besar yang dipanggil sporokarp yang terdiri dari penggabungan banyak spora. Lanya diliputi oleh satu lapisan luar yang dipanggil peridium yang terdiri dari spora dan hifa khusus.

Jasad Auksilari

Jasad auksilari juga dikenali sebagai vesikel luaran atau jasad ekseori. Jasad auksilari berbentuk kluster yang membengkak dan berada di bahagian hujung hifa yang berada di dalam tanah atau akar. Struktur ini kadangkala berkelok atau berduri dan merupakan ciri khusus bagi genus *Scutellospora* dan *Gigaspora*. Lazimnya ia membentuk dinding tebal yang terdiri lebih dari satu lapisan dan boleh berfungsi sebagai propagul yang berupaya menjangkiti akar perumah.

Perkembangan Jangkitan Kulat Mikoriza

Terdapat dua hipotesis telah dikemukakan untuk menerangkan bagaimana hifa kulat mikoriza menjangkiti akar tanaman .

- i. menerusi cabangan hifa appresorium yang menembusi ruang kosong sel di lapisan luar akar, yang seterusnya memasuki lapisan pertama sel korteks (Scannerini *et al.*, 1983).
- ii. Melalui hifa yang menghasilkan jangkitan di antara sel epidermis yang seterusnya merebak kepada sel-sel lain (Gianinazzi-Pearson *et al.*, 1981).

Terdapat beberapa peringkat dalam perkembangan dan pertumbuhan kulat dalam proses jangkitan kulat MVA pada akar tanaman;

i. Prapenjangkitan

Pertumbuhan kulat berpunca dari sumber-sumber inokulum seperti spora rehat, hifa dalam tanah dan cebisan akar yang mengandungi struktur kulat atau propagul. Pemiakan spora pada peringkat awal di dalam akar dipengaruhi oleh faktor fizikal tanah seperti oksigen, karbon dioksida, suhu dan kandungan air. Manakala faktor kimia pula seperti pH, nutrisi tanah dan sumber nutrisi. Dalam tanah, spora rehat akan bercambah dengan mengeluarkan tiub germa. Semasa perkembangan tiub germa pembahagian nuklei tidak berlaku. Nuklei yang banyak akan tersebar di dalam tiub germa yang baru sahaja bercambah (Burggraaf *et al.*, 1988).

ii. Penembusan akar

Kulat MVA biasanya akan menembusi akar perumah di antara sel epidermis dan membentuk appresorium pada lapisan pertama yang ditembusinya.

iii. Pembentukan Arbuskul Dan Vesikel

Selepas penembusan, hifa akan tumbuh secara intersel dan intrasel. Pertumbuhan hifa hanya terhad pada bahagian endodermis sahaja. Bahagian lain seperti xilem, floem, tisu meristem, bahagian pucuk yang terletak di atas tanah dan bahagian tumbuhan berklorofil tidak dijangkiti oleh MVA. Selepas penembusan hifa, arbuskul pula terbentuk. Manakala vesikel akan terbentuk semasa atau selepas arbuskul terbentuk.

iv. Perebakan Kulat MVA Di Dalam Tanah

Selepas penembusan akar (jangkitan primer), hifa kulat akan tumbuh keluar dari akar ke rizosfera tanah. Bahagian luaran akar ini penting dalam pengambilan dan pengangkutan nutrien dari tanah ke bahagian akar.

Faedah Kulat MVA Dalam Bidang Pertanian

Kepentingan kulat mikoriza dilihat dari aspek peranannya sebagai suatu komponen yang menghubungkan di antara akar dengan tanah. Perhubungan simbiosis di antara MVA dan tumbuhan perumah adalah bersifat mutualistik dan sifat ini amat penting dalam kemandirian kulat. Perhubungan simbiosis antara kulat MVA dengan tumbuhan ini telah mendatangkan beberapa kebaikan yang diperolehi oleh tumbuhan perumah seperti;

i. Meningkatkan Penyerapan Unsur Fosforus Dalam tanah

Fosforus merupakan unsur yang sangat penting dalam proses tumbesaran tumbuhan. Fosforus merupakan entiti yang terdapat dalam nukleus, DNA dan RNA. Selain itu molekul bertenaga tinggi seperti ATP, ADP dan NADP yang terlibat secara langsung dengan proses fisiologi tumbuhan seperti fotosintesis, respirasi, metabolisme nitrogen dan lemak juga memerlukan unsur fosforus (Srivastava *et al.*, 1996).

Sebahagian besar unsur fosforus dalam tanah terdapat dalam bentuk yang tidak larut dan kurang sedia untuk diambil oleh akar tanaman. Kulat MVA dapat meningkatkan pengambilan unsur fosforus oleh tumbuhan dimana tumbuhan yang bermikoriza didapati dapat memberikan hasil yang tinggi berbanding tumbuhan yang tidak bermikoriza (John Bako Baon, 1983). Kulat MVA juga berperanan untuk menyerap unsur fosforus bukan sahaja untuk kegunaan sumber nutrien kepada struktur tumbuhan serta fungsi fisiologinya malah ia juga dapat disimpan untuk kegunaan semasa tumbuhan kekurangan fosforus. Ini penting kerana kekurangan unsur fosforus akan mengakibatkan kepada kurangnya proses pembentukan tisu vaskular dalam tumbuhan (Srivastava *et al.*, 1996).

i. Meningkatkan Pengambilan Nutrien oleh Tumbuhan

Nutrien amat penting dalam proses tumbesaran tumbuhan. Jika tumbuhan menerima kuantiti nutrien yang tidak cukup, kemungkinan tumbesaran pokok akan terjejas. Oleh kerana peranannya yang amat penting sesetengah nutrien dikenali sebagai faktor penghad kepada pertumbuhan pokok. Nutrien yang penting untuk tumbesaran pokok termasuklah nitrogen (N), fosforus (P), kaliam (K), kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) (Sieverding, 1991).

Kebanyakan tumbuhan yang diinokulasi dengan kulat MVA mengalami pertumbuhan yang baik melalui pengambilan nutrien yang berkesan oleh akar. Misalnya kulat MVA mampu meningkatkan pengambilan unsur nitrogen (Ross *et al.*, 1970), zink dan sulfur (Tinker *et al.*, 1978), kuprum (Timer *et al.*, 1980), kalsium (Rhodes *et al.*, 1973) serta klorin dan bromin (Buwalda *et al.*, 1982). Kulat MVA bukan sahaja cekap mengekstrak nutrien dari tanah tetapi juga menghasilkan enzim endogenus seperti fosfatase, fitase dan nitrat reduktase yang penting bagi pengambilan dan metabolisma nutrien.

ii. Menolong Pengikatan Nitrogen Dalam Tanah

Tanaman kekacang bertindak balas secara positif dengan kulat MVA. Ini kerana pengikatan nitrogen dikaitkan dengan keperluan fosforus yang terlibat dengan pembentukan tenaga yang diperlukan untuk membentuk ADP dan ATP. Kulat MVA banyak membantu proses pengikatan nitrogen oleh rhizobium yang bersimbiosis dengan akar tumbuhan. Oleh itu pengkolonian kulat MVA dan penyebarannya mempengaruhi hos kekacang untuk membentuk lebih banyak lebih nodul dan meningkatkan aktiviti pengikatan nitrogen dalam tanah (Srivastava., 1996).

iii. Kawalan Penyakit Tumbuhan

Kulat MVA dapat membantu dalam kawalan penyakit tumbuhan dan berupaya mengurangkan keparahan penyakit tersebut. Peranan yang dimainkan oleh kulat MVA ialah melalui bantuan memperbaiki ketahanan tumbuhan terhadap infeksi daun dan pucuk (Srivastava, 1996). Tumbuhan tidak mempunyai sistem imunologi seperti yang terdapat pada haiwan atau manusia. Kulat MVA boleh membantu kerintangan penyakit yang disebabkan oleh patogen-patogen akar. Lebih berkesan lagi apabila akar tersebut dikoloni oleh kulat MVA sebelum diserang patogen (Isaac, 1992).

Mekanisma kawalan patogen oleh kulat MVA berkaitan dengan perubahan morfologi seperti peningkatan dalam sistem vaskular tumbuhan dan pembentukan lignin dalam dinding sel, supaya patogen sukar menembusi tisu perumah (Sieverding, 1991). Kulat MVA juga berperanan dalam mengawal nematod pada tumbuhan.

v. **Membaiki Struktur Tanah**

Pemeliharaan struktur tanah mempunyai hubungan yang rapat dengan pembentukan agregat tanah yang stabil. Di dalam tanah, butiran tanah mengikat diantara satu sama lain bagi membentuk suatu struktur yang dapat menahan dari hakisan. Kuantiti dan taburan saiz agregat yang terdapat di dalam tanah pula mempengaruhi taburan saiz bagi ruang liang dalam tanah. Sifat-sifat yang dimiliki oleh agregat dan liang tanah inilah yang menentukan struktur tanah. Struktur tanah pula mempengaruhi sifat fizik, kimia dan biologi tanah. Bagi kulat MVA yang hidup bersimbiosis dengan akar tumbuhan dalam tanah, hifa luaran MVA merupakan salah satu dari komponen penting yang membentuk struktur bagi agregat tanah yang stabil.

Penyelidikan Kulat MVA Di Lapangan

Sebelum ini, potensi kulat Mikoriza Vasikular-Arbuskular terhadap pertumbuhan tanaman kurang diberi perhatian namun sejak kebelakangan ini penyelidikan mengenai peranan dan faedah terhadap tumbuhan telah mendapat perhatian para penyelidik. Perkara ini mungkin ada hubungkaitnya dengan beberapa faktor seperti;

- i. peningkatan kos baja kimia dalam kegunaan tanaman
- ii. kesedaran yang timbul bahawa kulat mikoriza berpotensi digunakan sebagai bio-baja menggantikan sebahagian fungsi baja kimia
- iii. kesedaran bahawa penggunaan bahan kimia boleh menimbulkan kesan sampingan kepada kesihatan.
- iv. Peningkatan minat dalam teknologi penghijauan dan kepelbagaian biologi

Terdapat juga beberapa penyelidikan telah membuktikan bahawa kulat MVA mampu untuk meningkatkan tumbesaran dan juga penghasilan. Bagyaraj, (1986) telah mendapati bahawa tanaman cili yang diinokulasikan dengan kulat MVA didapati dapat meningkatkan tumbesaran, bilangan bunga dan juga hasil. Begitu juga melalui penyelidikan di rumah kaca telah dibuktikan bahawa kulat MVA berupaya meningkatkan pengambilan P dari tanah, memainkan peranan penting dalam pengambilan nutrien lain, penetapan nitrogen oleh rhizobium, pengawalan biologi patogen tanah dan meningkatkan kerintangan tanaman terhadap kekurangan air (Bagyaraj *et al.*, 1980).

Kajian juga telah dijalankan dan hasilnya amat memberangsangkan ke atas tanaman buah-buahan seperti pada pokok betik, limau, manggis, avocado jambu batu, durian belanda, belimbing, durian dan nangka oleh sekumpulan pelajar-pelajar tahun akhir Sains Botani dari Universiti Sains Malaysia.

Masalah Tanah Di Kawasan Tropika

Kawasan tropika mengalami hujan yang lebat dan suhu yang tinggi menyebabkan proses luluhawa dan larut lesap berlaku. Ekoran dari keadaan ini tanah di

kawasan tropika sentiasa mengalami masalah kekurangan nutrien dalam tanah yang agak ketara. Ini menyebabkan tahap kesuburan tanah yang kurang seterusnya menjejaskan penghasilan tanaman. Begitu juga akibat banyak menerima hujan, kebanyakan tanah di tropika adalah berkeadaan asid. Keadaan ini menyebabkan tanah mengalami kekurangan unsur nutrien penting yang diperlukan oleh pokok seperti fosforus, nitrogen dan kalsium. Tanah tropika juga bersifat toksik kepada tumbuhan kerana jumlah unsur aluminium (Al) dan ferum (Fe) yang tinggi serta keupayaan mengikat fosforus yang tinggi. Penghasilan tanaman hanya akan bertambah apabila tanah tersebut ditambah baja sama ada baja organik atau baja kimia.

KESIMPULAN

Pengembangan bioteknologi kulat Mikoriza Vasikular-Arbuskular mempunyai potensi yang amat luas dalam bidang pertanian. Ini jelas melalui penyelidikan dan pemerhatian terdahulu membuktikan bahawa kulat MVA ini mampu untuk meningkatkan pertumbuhan seterusnya hasil tanaman. Selain itu juga dengan mengaplikasikan kulat MVA sebagai bio-baja secara langsung dapat mengurangkan penggunaan baja kimia dan bahan kimia kawalan patogen yang kini harganya semakin meningkat. Dengan ini para pengusaha perladangan dapat mengurangkan kos penyelenggaraan ladang dan seterusnya dapat meningkatkan pendapatan dan keuntungan selain daripada penggunaan kulat MVA yang mesra alam.

RUJUKAN

- Allen, M.F. (1981). Influence of phosphate source on vesicular-arbuscular mycorrhizae of *Bouteloua* sp. *New Phytol.* 87:687-694.
- Bagyaraj, (1980). Response of crop plants to MVA inoculations in an usterile Indian Soil. *New Phytologist* 85:33-36.
- Burggraf, *et al.*, (1988). Nuclear division and Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza in vitro culture. In *mycorrhiza in the Next decade* Led. D.M. Sylvia, L.L Hung & S.H., Graham p.190. Universiti of Florida, Gainesville, USA.
- Buwalda, J.G, K.K (1982). Host fungus competition for carbon as a cause of growth depression in MVA ryegrass. *Soil Biology and Biochemistry* 14:103-106.
- Frank (1885). *Über die auf wurzel symbiosis beruhende ernährungsgewisser baume durch unterir dische pilze.* *Ber. Deunt. Bot. Gessel* 3. 128-145 in Sieverding (1991).
- Gianinazzi-Pearson, V. *et al.*, (1981). Ultra structural and ultracytochemical features of *Glomus tenuis* mycorrhiza. *New Phytologist* 88:633.
- Harley, J.L. and Smith (1989). *Mycorrhizal Symbiosis.* Academic Press London.
- Isaac, S. (1992). *Fungal Plant Interaction.* Chapman & Hall, London.
- Baon, J.B. (1983). Tanggapan bibit coklat terhadap inokulasi MVA. *Menara Perkebunan* 54(1):11-17.
- Morton, J.B. (1990). Evolutionary relationship among arbuscular-mycorrhizal fungi in the Endogonaceae. *Mycologia* 82:192-207.

- Mosse, B. (1981). Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Research for Tropical Agriculture Reseach Bulletin 194. Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawaii.
- Rhodes, C.H. *et al.*, (1973). Phosphate uptake zones of Mycorrhizal and non-Mycorrhizal Onion. *New Phytologist* 75:555-561.
- Ross, J.P. *et al.* (1970). Effects of Endogon Mycorrhizal on Soybean yield. *Phyto.* 60:552-556.
- Sieverding, E. (1991). Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Management in Tropical Agro System. Deutsche Gesall shaft fer. Germany.
- Sylvia, D.M. (1997). Mycorrhizal Symbiosias In: Principles and Application of Soil Microbiology.
- Scannerini, S. (1983). Comparative ultra stucturas anlysis of mycorrhizal associations. *Can. J. Bot.* 61:917.
- Srivastava, D. *et al.* (1996). Vesicular-arbuscular mycorrhiza on overview In Mukerji Concepts in Mycorrhiza Research 1996, Kluwer Academic Publisher 1-39.
- Tinker *et al.*, (1978). Translocation and transfer of nutrien in vesicura-arbuscular mycorrhizal 11. Uptake & translocation of phosforus, zinc and sulfur. *New Phytologist* 81: 43-52.
- Timmer, L.W & Leyden, R.F. (1980). The relationships of mycorrhizal infection to phosphorus-induced copper deficiency in sour orange seedlings. *New Phytologist* 85:15-23.