

164090

400006367



KESAN SUNTIKAN *RHIZOBIUM*, MIKORIZA SERTA  
PENABURAN BAJA FOSFORUS KE ATAS PEMBINTILAN DAN  
TUMBESARAN KACANG SOYA (*Glycine max* (L.) Merril)

HERMAN BIN MOHD NASIR

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH  
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM TEKNOLOGI TUMBUHAN  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

MAC 2005

PERPUSTAKAAN UMS



1400006367



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PENGAKUAN**

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

21 Februari 2005



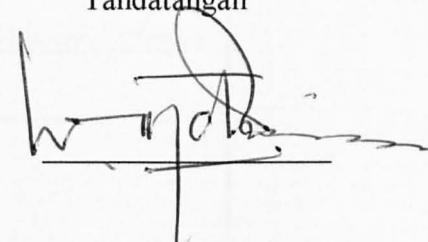
---

HERMAN BIN MOHD NASIR  
HS2002-4094

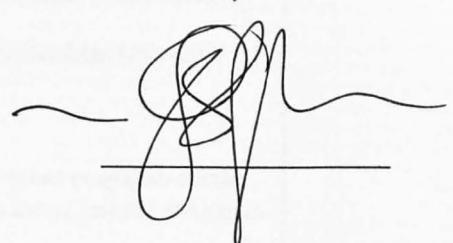
**DIPERAKUKAN OLEH****1. PENYELIA**

( Prof. Madya. Dr. Wan Mohamad Wan Othaman )

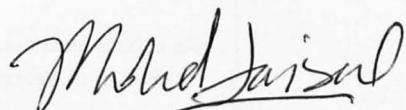
Tandatangan

**2. PEMERIKSA 1**

( En. Jupikely James Silip )

**3. PEMERIKSA 2**

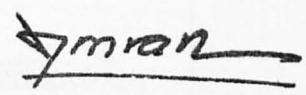
Dr. Ver. ( Nat. )



( Dr. Mohamed Faisal Mohd Noor )

**4. DEKAN**

( Prof. Madya. Dr. Amran Ahmed )



## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

UL: Kesan Suntikan Rhizobium, Mikoriza dan  
fungsi bakteri pengurai ke atas pembentukan dan  
timbunan tanah Kelang Saya.

ah: Sarjana Muda.

SESI PENGAJIAN: 2002/2003HERMAN BIN MOHD NASEER

(HURUF BESAR)

Saku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)\* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.

Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.

Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian lagi.

\* Sila tandakan (/)

 SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

 TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

 TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

ANDATANGAN PENULISat Temp: PJS 221  
29158, Kota BeludSehh: 23.03.2005(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)Prof. Madya Dr. Wan Mohamad  
Wan Naimyelia  
Othman

Tarikh: \_\_\_\_\_

ATTAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

- Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu diklasaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

- @ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu saya ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada Prof. Madya. Dr. Wan Mohamad Wan Othman selaku penyelia saya dalam menjalankan kajian ini. Juga kepada pemeriksa hasil kajian saya iaitu Dr. Mohamed Faisal Mohd Noor dan En. Jupikely James Silip yang banyak memberi kritikan berguna untuk saya. Ucapan terima kasih saya juga untuk pihak-pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan kajian saya ini. Tidak lupa juga buat kak Christina yang banyak membantu saya dalam menyediakan kemudahan infrastruktur dalam kajian ini, juga buat rakan-rakan yang banyak membantu saya iaitu saudara Nurulazam Saharudin, saudari Marzita Hamzah, serta rakan-rakan.

## ABSTRAK

Kajian ini telah dilakukan untuk menilai kesan suntikan *Rhizobium*, vesikel arbuskular mikoriza , baja fosforus (P) dan gabungan *Rhizobium* dengan mikoriza ke atas tumbesaran, pembintilan dan hasil biji kacang soya. Eksperimen rekabentuk rawak lengkap (CRD) ini dilakukan dari bulan November, 2004 hingga Februari, 2005 di luar rumah kaca, Sekolah Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Sabah. Berat kering daun, batang, akar, biji, bilangan nodul, lenggai dan biji telah ditentukan. Suntikan dengan *Rhizobium*, mikoriza dan pemberian baja fosforus tidak memberikan kesan ketara ke atas tumbesaran akar, bintil dan hasil biji melainkan berat kering daun dan batang yang ditingkatkan oleh suntikan *Rhizobium* sahaja. Kacang soya yang disuntik dengan *Rhizobium* menghasilkan berat kering yang paling tinggi pada daun (1.50g/pokok), batang (0.67 g/pokok), akar (0.53 g/pokok), biji (0.51 g/pokok), bilangan lenggai setiap pokok (27 lenggai/pokok) dan bilangan biji untuk setiap pokok (46 biji/pokok) daripada kacang soya yang tidak disuntik dengan *Rhizobium*.

## ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of *Rhizobium* inoculation, vesicular - arbuscular mycorrhiza (VA mycorrhiza) and phosphorus fertilizer (P) on the soybean nodulation and seed yield. The experiment was a complete randomized design conducted from November, 2004 to February, 2005 at the School of Science and Technology, Universiti Malaysia Sabah. The dry weight of leaves, stem, roots, seeds, the number of nodules, pods, and seeds of plants were determined. The inoculation of *Rhizobium*, vesicular - arbuscular mycorrhiza (VA mycorrhiza) and phosphorus fertilizer (P) didn't significantly effect the growth of root, nodule and yield except on the dry weight of leaves and stem which is increased with the *Rhizobium* inoculation. Soybean that inoculated with *Rhizobium* produced a higher dry weight of leaves (1.50 g/plant), stem (0.67 g/plant), roots (0.53 g/plant), seeds (0.51 g/plant), the numbers of pod per plant (27 pods/plant) and the numbers of seed per plant (46 seeds/plant) than the soybean without *Rhizobium* inoculation.

## **KANDUNGAN**

Muka Surat

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>PENGAKUAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN</b>	<b>iii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>SENARAI KANDUNGAN</b>	<b>vii</b>
<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>x</b>
<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>xi</b>
<b>SENARAI FOTO</b>	<b>xii</b>
<b>SENARAI SIMBOL</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	3
<b>BAB 2 ULASAN LITERATUR</b>	<b>4</b>
2.1 MIKORIZA	4
2.2 RHIZOBIUM	8
2.3 BAJA FOSFORUS	9
<b>BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH</b>	<b>11</b>
3.1 LOKASI KAJIAN	11
3.2 PENYEDIAAN MEDIA PENANAMAN	11

3.2.1	Campuran Media	11
3.2.2	Analisis pH Tanah	11
3.3	PENYEDIAAN BAJA	12
3.4	PENYEDIAAN BIJI BENIH DAN PENANAMAN	12
3.5	RAWATAN DAN REKA BENTUK EKSPERIMEN	13
3.6	PENGURUSAN TANAMAN	15
3.6.1	Penyiraman	15
3.6.2	Kawalan Serangga Perosak	16
3.6.3	Kawalan Rumpai	16
3.7	PENGAMBILAN DATA	17
3.7.1	Penentuan Hasil Berat Kering	17
3.7.2	Penentuan Purata Berat Kering Pokok	18
3.7.3	Penentuan Bilangan Lenggai	19
3.7.4	Penentuan Bilangan Biji Untuk Setiap Pokok	19
3.7.5	Penentuan Berat Kering Semua Biji Untuk Setiap Pokok	19
3.7.5	Analisis Data	19
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN</b>	21
4.1	KESAN RAWATAN TERHADAP BERAT KERING DAUN POKOK	21
4.2	KESAN RAWATAN TERHADAP BERAT KERING BATANG POKOK	23
4.3	KESAN RAWATAN TERHADAP BERAT KERING AKAR POKOK	24
4.4	KESAN RAWATAN TERHADAP BILANGAN BINTIL AKAR POKOK	27
4.5	KESAN RAWATAN TERHADAP BILANGAN LENGGAI UNTUK SETIAP POKOK	29

## SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
3.1 Rawatan-rawatan terhadap kacang soya	13
3.2 Susunan rawatan-rawatan dalam setiap blok eksperimen	14
3.3 Kawalan serangga perosak	16
4.1 Ujian ANOVA yang dijalankan bagi berat kering daun pokok	41
4.2 Ujian ANOVA yang dijalankan bagi berat kering batang pokok	41
4.3 Ujian ANOVA yang dijalankan bagi berat kering akar pokok	41
4.4 Ujian ANOVA yang dijalankan bagi bilangan bintil akar pokok	42
4.5 Ujian ANOVA yang dijalankan bagi bilangan lenggai untuk setiap pokok	42
4.6 Ujian ANOVA yang dijalankan bagi bilangan biji untuk setiap pokok	42
4.7 Ujian ANOVA yang dijalankan bagi hasil biji setiap pokok	42

4.6 KESAN RAWATAN TERHADAP BILANGAN BIJI UNTUK SETIAP POKOK	30
4.7 KESAN RAWATAN TERHADAP BERAT KERING SEMUA BIJI UNTUK SETIAP POKOK	31
<b>BAB 5 PERBINCANGAN</b>	33
<b>BAB 6 KESIMPULAN</b>	35
RUJUKAN	36
LAMPIRAN	39

## **SENARAI RAJAH**

No. Rajah	Muka Surat
	.....
4.1 Kesan suntikan <i>Rhizobium</i> , mikoriza dan baja fosforus ke atas berat kering daun	21
4.2 Kesan suntikan <i>Rhizobium</i> , mikoriza dan baja fosforus ke atas berat kering batang	23
4.3 Kesan suntikan <i>Rhizobium</i> , mikoriza dan baja fosforus ke atas berat kering akar	24
4.4 Kesan suntikan <i>Rhizobium</i> , mikoriza dan baja fosforus ke atas bilangan bintil akar	28
4.5 Kesan suntikan <i>Rhizobium</i> , mikoriza dan baja fosforus ke atas bilangan lenggai untuk setiap pokok	29
4.6 Kesan suntikan <i>Rhizobium</i> , mikoriza dan baja fosforus ke atas bilangan biji untuk setiap pokok	31
4.7 Kesan suntikan <i>Rhizobium</i> , mikoriza dan baja fosforus ke atas berat kering semua biji untuk setiap pokok	32

## **SENARAI FOTO**

No. Foto	Muka Surat
3.1 Susunan polibeg pada tapak kajian di luar rumah kaca, SST	15
4.1 Perbezaan saiz pokok mengikut rawatan yang diberikan.	22
4.2 Akar pokok kacang soya yang tidak diberikan sebarang suntikan ( kawalan)	25
4.3 Akar pokok kacang soya pada rawatan suntikan 60 g mikoriza	25
4.4 Akar pokok kacang soya pada rawatan dengan suntikan Rhizobium	26
4.5 Akar pokok kacang soya pada rawatan suntikan Rhizobium dan 60 g mikoriza	26
4.6 Akar pokok kacang soya pada rawatan dengan suntikan Rhizobium dan penaburan 50 kg / ha baja fosforus	27
4.7 Bintil pada akar kacang soya	28
4.8 Lenggai kacang soya yang belum matang	30

## **SENARAI SIMBOL**

%	peratus
P	phosphorus
kg	kilogram
mm	milimeter
g	gram
ml	mililiter
cm	sentimeter
ha	hektar
°C	darjah celcius
m³	meter padu

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 PENGENALAN

Kacang soya iaitu nama saintifiknya *Glycine max*. *Glycine* adalah perkataan Greek yang bermaksud ‘manis’ manakala *max* pula bermaksud ‘besar’ yang merujuk kepada nodul-nodul besar pada tanaman kacang soya yang dinamakan oleh Carl Von Linne. *Glycine max* tergolong dalam famili Leguminosae, subfamili Papilionoideae, dan genus *Glycine*, L. *Glycine max* (L.) Merril merupakan satu varieti kacang soya yang terkenal dan sering tumbuh pada setiap tahun (Liu, 1999).

Kacang soya adalah tumbuhan legum yang tumbuh di kawasan tropika, subtropika dan beriklim sederhana dan ditanam secara besar-besaran terutamanya di Amerika dan Asia. Kacang soya adalah sumber penting bagi protein dan minyak bijian yang murah. Dengan kandungan purata protein 40 % serta kandungan minyak sebanyak 20 %, menjadikan kacang soya adalah di antara yang paling tinggi kandungan proteinnya dalam tanaman makanan serta hanya yang kedua selepas kacang tanah dari segi kandungan minyaknya dalam tanaman makanan legum.

Jumlah protein kacang soya yang digunakan oleh manusia di seluruh dunia adalah rendah secara relatif, tetapi terdapat juga peningkatan nilai komersial di mana ia mempunyai potensi yang besar sebagai sumber diet protein yang utama pada masa akan datang (Hardarson, 1993).

Dalam mengkomersialkan kacang soya, beberapa institusi telah mengambil tindakan susulan untuk mengkaji sistem penanaman dan penjagaan tanaman tersebut. Ini termasuklah institusi “Plant Biotechnology Center” di Universiti Ohio State, Amerika yang telah menjalankan kajian tentang pengubahsuai genetik kacang soya yang rentan terhadap serangan serangga perosak melalui teknologi pemindahan genetik (Verma & Shoemaker, 1996).

Walaubagaimanapun, tidak banyak maklumat yang diterbitkan dalam bahan bertulis mengenai respon kacang soya terhadap suntikan *Rhizobium*, mikoriza dan pemberian baja fosforus serta interaksi kedua-duanya. Dalam keadaan semulajadi *Rhizobium* dan mikoriza wujud pada akar tumbuhan legum di mana mempunyai kesan secara langsung terhadap pengambilan nutrien tumbuhan. Kaedah pertanian sekarang yang lebih moden telah menyebabkan habitatnya telah musnah berikutan penggunaan jentera pembajak tanah secara meluas yang telah mengubah struktur tanah serta penggunaan baja kimia yang berlebihan seterusnya menjadi toksik kepada mikroorganisma tersebut. Keadaan ini menjadikan kandungan tanah tidak lagi subur untuk tumbesaran tumbuhan seperti kacang soya. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk melihat sejauh mana peranan mikroorganisma tersebut terhadap pengambilan nutrien tumbuhan. Dengan ini, penggunaan baja kimia dapat dikurangkan seterusnya dapat mengembalikan kesuburan tanah.

Oleh itu, tumbesaran dan pengakaran kacang soya dijangka dalam kajian ini dapat ditingkatkan dengan rawatan suntikan *Rhizobium* dan mikoriza serta pengambilan unsur fosforus dengan sumber TSP.

## 1.2    **OBJEKTIF KAJIAN**

Eksperimen ini dilakukan untuk mencapai objektif berikut;

- a ). Untuk mengkaji kesan suntikan *Rhizobium* dalam pembentukan nodul kacang soya.
- b ). Untuk mengkaji pengaruh baja fosforus, suntikan *Rhizobium* dan mikoriza ke atas penghasilan biji kacang soya.

## BAB 2

### ULASAN LITERATUR

Perkembangan tumbuhan dipengaruhi oleh keadaan iklim dalam habitatnya dan juga keadaan fizikal dan kimia tanah termasuk air dan bekalan nutrien. Bentuk-bentuk yang berbeza telah berkembang semasa evolusi mikroorganisma dan tubuh-tumbuhan. Mikroorganisma rhizospora mempunyai kesan secara langsung terhadap pengambilan nutrien tumbuhan, morfologi dan perkembangan akar. Fungi mikorhiza arbuskular (AMF) merupakan komponen yang paling banyak dalam kandungan tanah di kebanyakan ekosistem daratan. Ia memperbaiki nutrisi mineral tumbuhan dan berguna untuk pengeluaran agrikultur (*Takacs et al.*, 2003).

#### 2.1 MIKORIZA

Mikoriza adalah hubungan simbiotik di antara fungus dengan akar tumbuhan, fungus tersebut mengkoloni korteks akar lalu membentuk jaringan miselia dan vesikel berciri, berserta dengan arbuskul . Terdapat dua jenis mikoriza yang utama iaitu ektomikoriza di mana fungus tidak menusuk masuk sel-sel yang tinggal pada akar dan endomikoriza di mana fungus menusuk masuk ke dalam akar untuk membentuk ciri-ciri vesikel antara sel dan arbuskular (Kothamasi, 2000). Fungi ektomikoriza membentuk hubungan simbiotik dengan akar tumbuhan dan membantu dalam pengambilan nutrien serta mengitar semula dalam ekosistem

hutan. Ia merupakan bahagian penting dalam komuniti mikrob (Mahmood & Shahid, 2000). Terdapat 6 genera fungi yang tergolong dalam famili Endogonaceae iaitu Glomus, Gigaspora, Acaulospora, Entrophosphora, Sclerocystis dan Scutellospora (Kothamasi, 2000).

Fungus mikoriza arbuskular telah wujud dalam rizosfera pada kebanyakan tanah-tanah didapati dapat memperbaiki tumbesaran tumbuhan (Tuffen, 2000). Fungus mikoriza arbuskular mengkoloni akar seterusnya memperbaiki nutrisi tumbuhan terutamanya dalam memindahkan fosfat (P) dari tanah ke tumbuhan, pada masa yang sama tumbuhan menyediakan karbohidrat kepada fungus tersebut. Secara perbandingan terhadap simbiosis rhizobium di mana perumahnya cuma terhad kepada tumbuhan legum sahaja, fungus mikorrhiza arbuskular membentuk hubungan simbiotik yang luas dengan spesis tumbuhan (Vierheilig dan Piche, 2002).

Sebaran mikoriza adalah meluas sekali ke seluruh dunia dan telah banyak ditemui terutamanya dalam kajian tumbuhan legum. Setakat ini seorang penyelidik telah melaporkan bahawa mikoriza boleh didapati dalam semua tumbuhan berkayu. Walaubagaimanapun kesan interaksi simbiosis antara kulat dengan tumbuhan masih belum diketahui dengan lebih jelas lagi. Berbagai teori telah dikemukakan untuk menerangkan hubungan ini dan masih menjadi persoalan oleh para ahli saintis tentang bagaimana dalam kebanyakan situasi kulat boleh mendapat bahan organik daripada ahli-ahli bukan kulat (Doyle, 1992)

Terdapat beberapa penemuan yang berkisar tentang alasan atau sebab-sebab yang menunjukkan bahawa secara puratanya perkongsian hidup mikoriza lebih banyak menguntungkan tumbuhan vaskular. Menurut Salisbury dan Ross (1992), keputusan kajian yang telah dijalankan ke atas pokok konifer seperti pain mendapatkan bahawa pokok yang

mengandungi mikoriza pada akarnya tumbuh lebih baik daripada pokok yang tidak mengandungi mikoriza. Pokok-pokok yang bermikoriza mengumpul lebih banyak garam bukan organik daripada pokok yang tidak bermikoriza. Seterusnya dalam eksperimen yang menggunakan bahan-bahan penyurih radioaktif telah ditunjukkan bahawa bahan-bahan yang telah diserap oleh hifa kulat boleh dipindahkan kepada akar kongsinya. Dalam hal ini, kulat nampaknya menguntungkan simbiosisnya dengan meningkatkan lagi penyerapan garam mineral (Salisbury & Ross, 1992).

Mikoriza didapati memberikan manfaat terhadap tumbesaran tumbuhan dan penyerapan nutrien terutamanya apabila nutrien adalah faktor penghad untuk tumbesaran tumbuhan (El-Ghandour, 1992). Begitu juga dalam kajian yang lalu oleh Xinhua (2002), mikoriza didapati mempunyai kesan yang ketara terhadap penghasilan produk biomas dalam tumbuhan pengikat nitrogen seperti legum *Casuarina* dan tumbuhan bukan pengikat nitrogen seperti *Eucalyptus*. Penghasilan bahan kering dalam kedua-dua jenis tumbuhan tersebut telah meningkat apabila diberikan suntikan mikoriza. Sebagai tambahan untuk memasukkan nitrogen dari tanah secara langsung, eksperimen tersebut mencadangkan bahawa tumbuhan pengikat nitrogen mempunyai dua strategi seterusnya, iaitu pengikatan nitrogen dan suntikan mikoriza, untuk memenuhi keperluan nitrogen yang tinggi (Xinhua, 2002).

Pengikatan nitrogen juga bergantung kepada keseimbangan nutrien tumbuhan legum di mana mempunyai keperluan P, Mo, Zn dan Fe yang tinggi (El-Ghandour, 1992). Didapati mikoriza dapat memenuhi keperluan tersebut terutamanya dalam keadaan tanah yang kekurangan unsur P (Suman Bala dan Singh, 1985; Kucey dan Janzen, 1987). Rawatan suntikan mikoriza juga mengalakkan penghasilan tunas biomas dengan menjadi saiznya

## RUJUKAN

- Aguin, O; Mansilla, J. P; Vilarino, A; Sainz, M. J. 2004. Effects of mycorrhizal nuculation on root morphology and nursery production of three grapevine rootstocks. *American Journal of Enology and Viticulture* **55** (1) , 108-111.
- Alguacil, M. M; Caravaca, F; Azcon, R; Pera, J; Diaz, G; Roldan, A. 2004. Improvements in soil quality and performance of mycorrhizal Cistus albidus L. seedlings resulting from addition of microbially treated sugar beet residue to a egraded semiarid Mediterranean soil. *Soil use and Management* **19** (4) , 277-283
- Ana, J. M; Kiss, G. B; Riely, B. K; Penmetsa, R. V; Oldroyd, GED; Ayax, C; Levy, J; Debelle, F; Baek, J. M; Kalo, P; Rosenberg, C; Roe, B. A; Long, S. R; Denarie, J; Cook, D. R. 2004. Medicago truncatula DMII required for bacterial and fungal symbioses in legumes. *Science* **303** (5662), 1364-1367.
- Ananthakrishnan, G; Ravikumar, R; Girija, S; Ganapathi, A. 2004. Selection of efficient arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of cashew and their application in the cashew nursery. *Scientia Horticulturae* **100** (1-4) , 369-375.
- Barrow, N. J. (Ed). 1993. *Plant Nutrition – from Genetic Enginering to Field Practice*, Kluwer Academic Publisher, 337-340 pp.
- Caravaca, F; Alguacil, M. M; Azcon, R; Diaz, G; Roldan, A. 2004. Comparing the effectiveness of mycorrhizal inoculation and amendment with sugar beet, rock phosphate and Aspergillus niger to enhance field performance of the eguminous shrub Dorycnium pentaphyllum L. *Applied soil Ecology* **25** (2) , 169-180.
- Doyle, T. W. 1992, *Tumbuh-tumbuhan tak berbiji benih: bentuk dan Fungsi*. Dewan Bahasa dan Pustaka (ptjr), Kuala Lumpur.

El-Ghandour I. A. 1992. *Effect of biofertilizers on the availability of nutrient to plants.* Tesis PH.D, Fac. Agric., Ain Shama University.

Hardarson, G. 1993. Methods for enhancing symbiotic nitrogen fixation. *Plant and Soil* **152**: 1-17.

Johansson, J. F; Paul, L. R; Finlay, R. D. 2004. Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. *Fems Microbiology Ecology* **48** (1), 1-13.

Kothamasi D. M. 2000. *Arbuscular mycorrhizal diversity and plant community patterns in the insular tropical rainforest ecosystems of Great Nicobar Biosphere Reserve.* Tesis PH.D, University of Delhi, India.

Kucey R. M dan Janzen H. H. 1987. Effect of VAM and reduced nutrient availability on growth and phosphorus and micronutrient uptake of wheat and field beans under greenhouse conditions. *Plant and Soil* **104**: 71-78.

Liu, K. 1999. *Soybeans: Chemistry, Technology and Utilization.* Aspen Publication, New York.

Mahmood dan Shahid. 2000. *Ectomycorrhizal community structure and function in relation to forest residue harvesting and wood ash applications.* Tesis PH.D, Department of Microbial Ecology, University of Lund, Sweden.

Salisbury, F. B. dan Ross, C. W. 1992. *Fisiologi Tumbuhan.* Dewan Bahasa dan Pustaka (ptjr), Kuala Lumpur.

Smith, C. W. 1995. *Crop Production; Evolution, History and Technology.* John Wiley & Sons Inc. Canada.

- Smith, S. E., S. Dickson. 1991. Quantification of active vesicular-arbuscular mycorrhizal infection using image analysis and other techniques. Australian Journal of Plant Physiology **18**: 637-648.
- Smith, S. E., Robson, A. D and Abbott, L. K. 1992. The involvement of mycorrhizas in assessment of genetically dependent efficiency of nutrient uptake and use. *Pl. Soil* **146**: 169-179.
- Suman Bala dan Singh O. S. 1985. Response of lentil to VA mycorrhizal inoculation and plant available P levels of unsterile soils. *Plant and Soil* **87**: 445-447.
- Takacs T, Voros I. 2003. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in the water and nutrient supplies of the host plant. *Novenytermeles* **52**, 583-593.
- Tuffen, F. 2000. *Interactions between Earthworms and Arbuscular Mycorrhizas*. Thesis PH.D, Institute of Biological Sciences University of Wales.
- Verma D. P. S. and Shoemaker R. C. (pnyt.). 1996. *Soybean: Genetics, Molecular Biology and Biotechnology*. Plant Biotechnology Center, Ohio State University, USA.
- Vierheilig H. and Piche Y. 2002. Signalling in arbuscular mycorrhiza: Facts and hypotheses, In: *Flavonoids in Cell Functions*, Eds. Buslig B, and Manthey J; Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York; p.23-39.
- Wibawa A. and J. B Baon. 1992. *Pengaruh inokulasi mikoriza pada koko terhadap penyerapan P asal pupuk fosfat alam*. Proceeding Konperensi Kakao Nasional, Pusat Penelitian Perkebunan Medan, Medan.
- Xinhua HE. 2002. *Nitrogen exchange between plants through common mycorrhizal networks*. Thesis PH.D, University of Queensland, Brisbane, Queensland, Australia.