



**KARYA TULIS**

**ENDOMIKORIZA DAN EKTOMIKORIZA**



**Oleh :**  
Dr.Ir.Suswati.MP

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2011**

## PRAKATA

**Bismillahirrahmanirrahim.**

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan KaruniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini dengan judul: **ENDOMIKORIZA DAN EKTOMIKORIZA.**

Karya tulis ini ditujukan untuk menambah sumber informasi mengenai kelompok jamur endomikoriza dan ektomikoriza yang sekarang ini banyak digunakan sebagai alternatif biofertilizer dan jamur pemacu pertumbuhan tanaman.

Penulis berharap kiranya karya tulis ini dapat bermanfaat untuk sumber informasi dalam penyempurnaan materi ajar terutama dalam pemanfaatan Fungi mikoriza arbuskular sebagai agen biokontrol.

Medan, September 2011  
Dr.Ir.Suswati.MP

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iii
I. PENDAHULUAN .....	1
II. FUNGI MIKORIZA .....	2
2.1. Endomikoriza .....	3
2.1.1. Penyebaran dan struktur organ FMA .....	3
2.1.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan FMA .....	9
2.1.3. Peranan FMA .....	10
2.2. Ektomikoriza .....	13
2.2.1. Pengelompokan Jamur Ektomikoriza .....	13
2.2.2. Perbedaan antara Endomikoriza dan Ektomikoriza .....	14
2.2.3. Tanaman yang Dapat Berasosiasi Dengan Fungi Pembentuk Ektomikoriza .....	14
2.2.4. Fungi yang Dapat Berasosiasi Membentuk Ektomikoriza .....	15
2.2.5. Infeksi Jamur Ektomikoriza .....	21
III. DAFTAR PUSTAKA .....	24

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Perbedaan Ektomikoriza dan Endomikoriza .....	15

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Struktur FMA pada akar tanaman.....	3
Gambar 2. Struktur Asosiasi FMA di dalam Tanah .....	4
Gambar 3. Struktur Asosiasi FMA di dalam akar tanaman .....	4
Gambar 4. Vesikula FMA yang terdapat di dalam sel korteks .....	5
Gambar 5. Spora beberapa Genus Endomikoriza .....	7
Gambar 6. Spora Beberapa Genus Endomikoria .....	8
Gambar 7. Clamp connection pada Hifa Jamur Ektomikoriza .....	15
Gambar 8. Ektomikoriza Famili Amanitaceae .....	17
Gambar 9. Ektomikoriza Famili Gasteromycetes .....	18
Gambar 10. Bentuk Tubuh Buah Jamur Ektomikoriza Famili Boletaceae 1	19
Gambar 11. Bentuk Tubuh Buah Jamur Ektomikoriza Famili Boletaceae 2.	20
Gambar 12. Bentuk Ektomikoriza Pada Beberapa Jenis Akar Tanaman	22
Gambar 13. Beberapa Tubuh Buah jamur Ektomikoeriza yang dapat dimakan	23
Gambar 14. Asosiasi Jamur Ektomikoriza Suillus bovinus dengan semaian Pinus merkusi .....	24



## I. PENDAHULUAN

Produktivitas pertanian di berbagai negara didunia termasuk Indonesia meningkat dengan pesat akhir-akhir ini. Hal ini tidak terlepas dari kemajuan teknologi kimia berupa pembuatan pupuk in-organik dan pestisida yang menyumbang cukup besar terhadap peningkatan produktivitas. Namun demikian akibat negatif dari pemupukan pupuk dan pestisida terhadap lingkungan sangat besar dan dapat mengganggu kesehatan manusia apabila residu bahan kimia tersebut ikut masuk ke rantai makanan.

Salah satu terobosan yang diharapkan dapat mengatasi persoalan pemakaian pupuk in-organik adalah dengan menggunakan pupuk biologi (biofertilizer). Biofertilizer berbahan aktif fungi mikoriza arbuskular (endomikoriza) dan ektomikoriza.

Dalam tulisan ini akan diuraikan mengenai fungi endomikoriza dan ektomikoriza, yang berkaitan dengan jenis-jenis, fungsi, struktur organ jamur/fungi dan struktur kolonisasinya dengan akar tanaman.

## II. FUNGI MIKORIZA

Mikoriza adalah suatu bentuk asosiasi simbiotik antara akar tumbuhan tingkat tinggi dengan miselium cendawan tertentu (Subiksa, 2002). Fungi mikoriza arbuskula (FMA) berdasarkan taksonomi termasuk ke dalam divisi Glomeromycota, subdivisi Zygomycotina, kelas Zygomycetes, ordo Glomales (Kramadibrata, 1994). Ordo Glomales terdiri dari dua sub ordo yaitu: Gigasporineae dan Glomineae. Sub ordo Gigasporineae terdiri dari famili Gigasporaceae dengan dua genus yaitu Gigaspora dan Scutellospora. Subordo Glomineae terdiri atas 4 famili yaitu : Paraglomaceae dengan genus Paraglomus, Archaeosporaceae dengan genus Archaeospora, Acaulosporaceae dengan genus Acaulospora dan Entrophospora serta Glomaceae dengan genus Glomus (Invam, 2004).

Mikoriza berasal dari kata miko (mykes= fungi) dan riza yang berarti akar (Anas & Santoso, 1989). Nuhamara (1993) mengatakan bahwa mikoriza adalah suatu struktur yang khas yang mencerminkan adanya interaksi fungsional saling menguntungkan antara suatu autobion/tumbuhan tertentu dengan suatu atau lebih galur mikobion dalam ruang dan waktu. Struktur yang terbentuk dari asosiasi ini tersusun secara beraturan dan memperlihatkan spektrum yang sangat luas, baik dalam hal tanaman inang, jenis fungi maupun penyebarannya. Fungi mikoriza tersebar dari artuktundra sampai daerah tropis dan dari daerah bergurun pasir sampau ke hutan hujan . Telah umum diketahui bahwa kemampuan CMA membentuk kolonisasi dan bersimbiosis dengan tanaman cukup tinggi, dimana mencapai lebih dari 97% (Smith and Read.,1997).

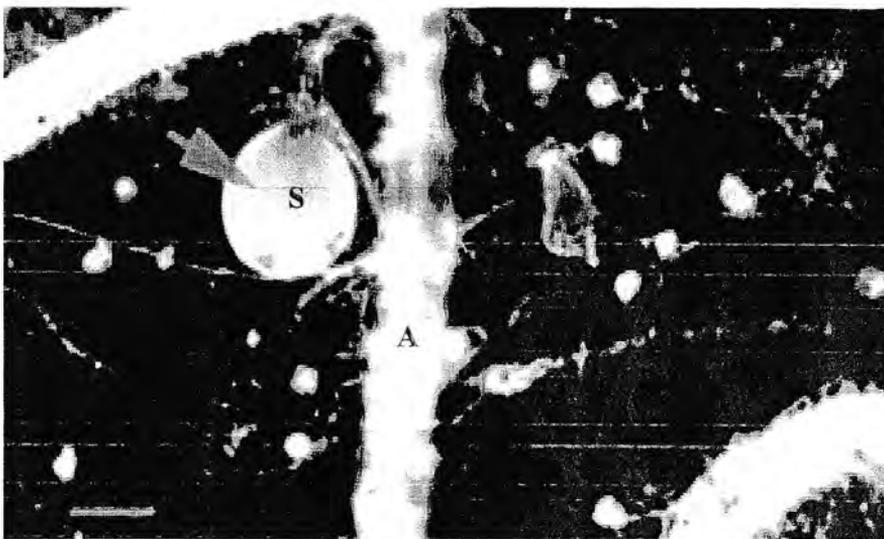
Berdasarkan struktur dan cara cendawan menginfeksi akar, mikoriza dapat digolongkan ke dalam dua tipe yaitu : ektomikoriza dan endomikoriza (Pujianto, 2001).

## 2.1. Endomikoriza

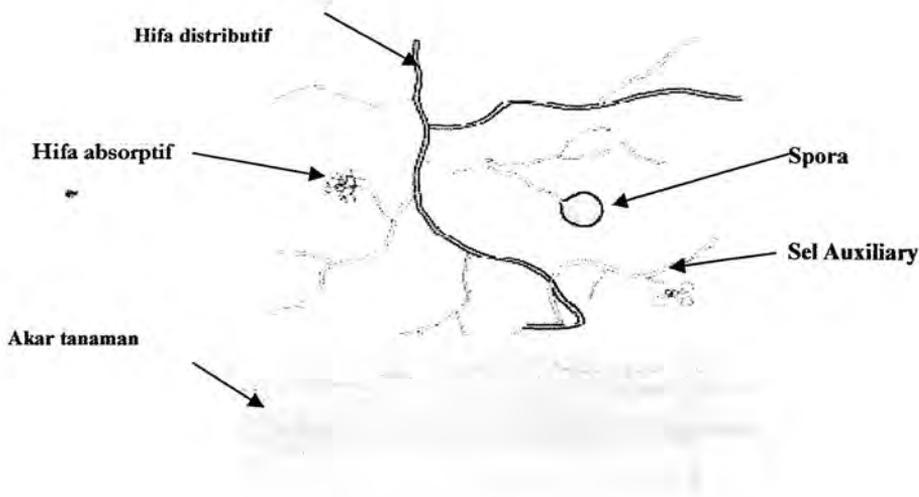
### 2.1.1. Penyebaran dan Struktur organ FMA.

. Endomikoriza merupakan cendawan yang penyebarannya sangat luas di dunia karena dapat berasosiasi dengan lebih dari 90% tanaman tingkat tinggi. Salah satu tipe cendawan yang termasuk ke dalam golongan endomikoriza adalah fungi mikoriza arbuskula (FMA). Perakaran yang terinfeksi FMA tidak membesar. Jaringan hifa cendawan masuk ke dalam sel korteks akar dan membentuk struktur yang khas disebut vesikula dan sistem percabangan hifa disebut arbuskula (Setiadi, 1998).

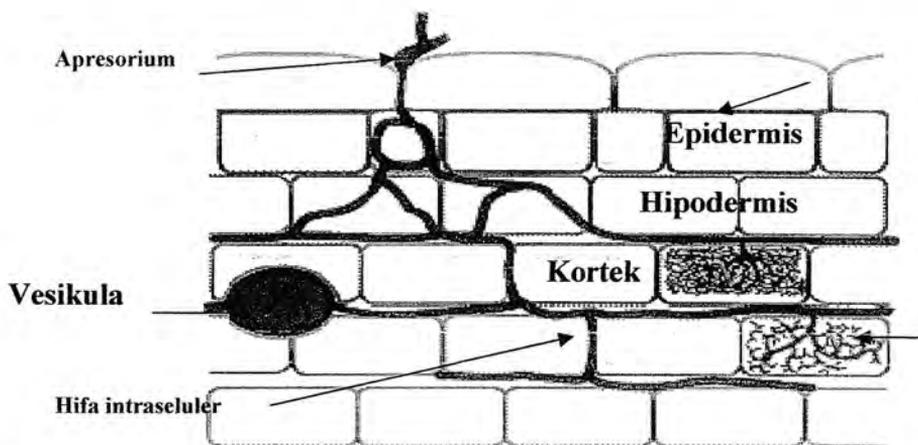
FMA membentuk organ-organ khusus dan mempunyai peranan spesifik. Organ khusus tersebut adalah arbuskula, vesikula dan spora (Gambar 3). Struktur asosiasi FMA dalam tanah dan akar tanaman dapat dilihat pada Gambar 1,2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Struktur FMA pada akar tanaman (perbesaran 100X)  
Keterangan : S= spora; He= hifa eksternal, A= akar.



Gambar 2. Struktur asosiasi FMADi dalam tanah. Sumber: Brundrett *et al.* (1995)



Gambar 3. Struktur asosiasi CMA pada akar tanaman. Sumber: Brundrett *et al.* (1995)

**a. Vesikula.**

Vesikula berbentuk seperti kantung di ujung hifa internal yang mengandung banyak lemak yang berfungsi sebagai tempat pertukaran antara tanaman inang dengan jamur FMA. Vesikel banyak mengandung lemak yang berfungsi untuk penyimpanan (Gambar 4). Vesikel ini dapat terlepas dari akar tanaman bila terkelupas. Vesikel yang

terpisah ini akan berkecambah dan tumbuh dan menginfeksi akar baru. Pada saat penyaringan kadang sukar dibedakan antara spora dengan vesikula tetapi ukuran vesikula relatif lebih kecil dari spora (spora = 2-5 kali diameter vesikula) dan berbentuk agak lonjong sedangkan spora agak bulat sehingga dapat dibedakan dengan cepat. Vesikula dibentuk oleh hifa intraseluler atau interseluler dan dijumpai di dalam korteks luar dan dalam (Bonfante & Fasolo, 1984 dalam Anas & Santoso). Umumnya vesikula dibentuk dalam jumlah banyak di bagian korteks luar dari unit kolonisasi yang sudah lanjut usianya, namun ada pula vesikula yang dibentuk tanpa pembentukan arbuskula terlebih dahulu, misalnya *Glomus fasciculatum* pada kedelai (Brown & King, 1982 dalam Anas & Santoso, 1989).

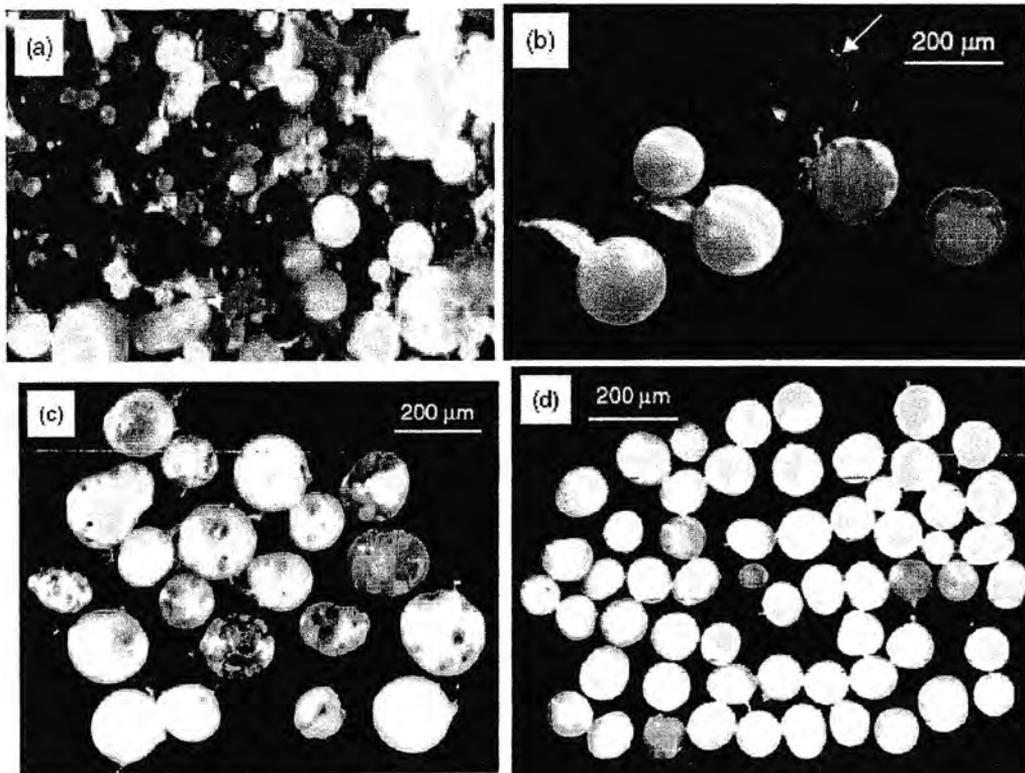


Gambar 4. Vesikula FMA yang terdapat di dalam sel korteks akar tanaman (perbesaran 100 X) .Sumber: Brundrett *et al.*, 1991.

#### b. Spora

Spora terbentuk pada ujung hifa eksternal yang berkelompok atau di dalam sporokarp tergantung pada jenis cendawannya (Harran dan Ansori, 1990). Ukuran spora

bervariasi seperti jenis *Glomus* berkisar antara 20 – 139  $\mu\text{m}$  (Gambar 2A), *Gigaspora* berukuran 143 – 500  $\mu\text{m}$  (Gambar 2B), *Acaulospora* 42 – 480  $\mu\text{m}$  (Gambar 2C) dan *Entrophospora* berukuran 69 – 183  $\mu\text{m}$  (Schenck and Perez, 1990). Spora adalah salah satu struktur FMA yang cukup penting dan merupakan bagian utama yang diamati dalam proses identifikasi. Spora *Glomus* mempunyai struktur relatif sederhana yang terbentuk pada ujung hifa, dengan dinding dapat berkembang menjadi lebih tebal dan mempunyai beberapa lapis. Pada *Sclerocystis*, spora terbentuk di dalam sporocarp yang tersusun berdampingan berbentuk radial. Spora *Scutellospora* dan *Gigaspora* terbentuk pada ujung hifa yang membentuk bulbous suspensor atau sporogenous cell. *Scutellospora* mempunyai beberapa lapis dinding spora dan mempunyai germination shield. Spora *Acaulospora* dan *Entrophospora* tumbuh pada hifa yang menggelembung, yang disebut sporiferous saccule. Ukuran sporiferous saccule hampir sama dengan spora dan akan menjadi kosong serta mengecil setelah spora berkembang optimal. Spora mempunyai beberapa lapis dinding dan mempunyai ornament. Spora *Acaulospora* dalam larutan Melzer's sering memberikan reaksi warna kekuningan pada bagian luar dan berwarna purple pada bagian dalam (Brundrett *et al.* , 1995).

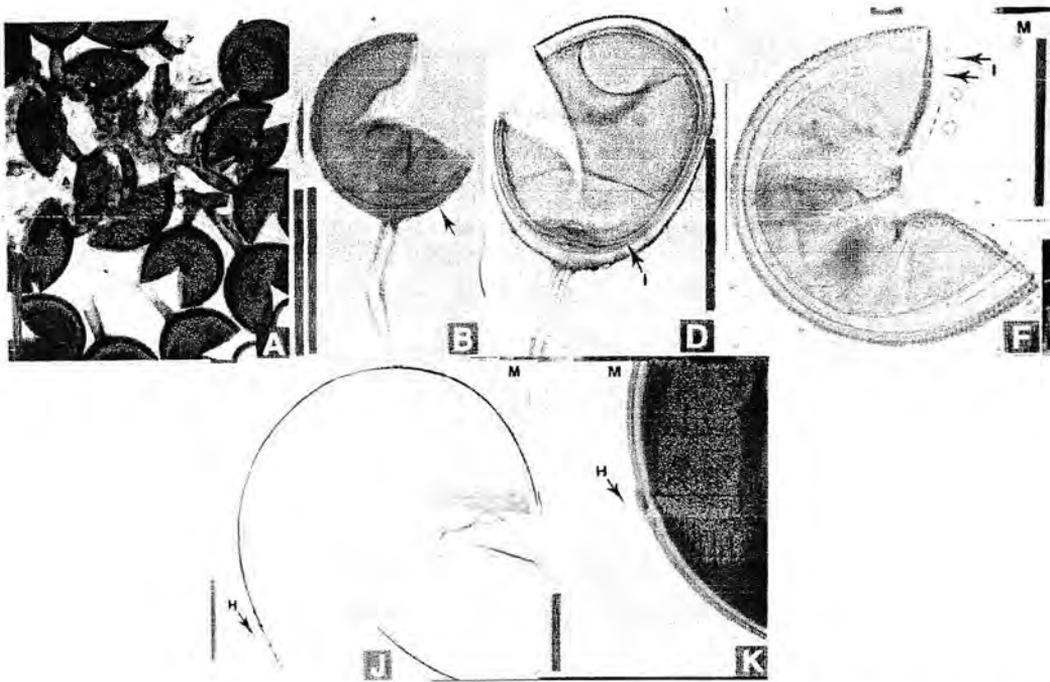


Gambar 5. Spora beberapa genus endomikoriza. A.Koleksi spora FMA dari 9 species yang diisolasi dari lahan rumput.b.Spora *Acaulospora laevis*.c.Kelompok spora *Glomus mosseae*.d. Kelompok spora *Gigaspora gigantea*.Sumber: Brundrett *et al.* (1995)

### c. Hifa

Struktur CMA lain yang cukup penting dalam asosiasinya dengan tanaman adalah hifa eksternal yang berkembang di luar akar (Mosse, 1981). Hifa ini berfungsi menyerap nutrisi dan air dari dalam tanah (Mosse, 1981; Graham *et al.*, 1987; Sieverding, 1991; Smith and Read, 1997). Lebih lanjut Sieverding (1991) menjelaskan bahwa pada prinsipnya CMA dengan hifa eksternalnya akan meningkatkan efisiensi penyerapan hara dari larutan tanah, akibatnya pertumbuhan tanaman akan meningkat dan kualitasnya juga lebih baik (Ishii and Kadoya, 1996; Setiadi, 1996). Selain itu tanaman yang terinfeksi FMA lebih adaptif terhadap cekaman kekeringan karena hifanya mampu menyerap air

yang kurang tersedia bagi tanaman. Air yang semula terikat pada pori tanah dengan kemampuan hifa akan dapat terserap lebih banyak (Smith *et al*, 1999b; Graham *et al.*, 1987 ; Cruz *et al*, 2000).



Gambar 6. Spora beberapa genus endomikoriza. A,B,D.*Glomus* sp.,F.*Acaulospora* sp. J,K.*Gigaspora* sp. Sumber: Brundrett *et al.* (1995)

#### d. Arbuskula

Arbuskula merupakan percabangan dari hifa FMA yang masuk ke dalam sel korteks tanaman inang. Masuknya hifa ini ke dalam sel tanaman inang diikuti oleh peningkatan sitoplasma, pembentukan organ baru, pembengkokan inti sel, peningkatan respirasi dan aktivitas enzim. Siklus hidupnya hanya 1 sampai 3 minggu (Mosse, 1981 dalam Anas & Santoso, 1989). Hifa intraseluler yang telah mencapai sel korteks yang lebih dalam letaknya akan menembus dinding sel dan membentuk system percabangan yang dinamakan arbuskula. Arbuskula dianggap sebagai struktur utama yang terlibat

dalam transfer hara dua arah antara simbiosis fungi dan tanaman inang (Anas & Santoso, 1989).

### 2.1.2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perkembangan FMA.

Perkembangan CMA dipengaruhi oleh faktor pendukung antara lain : (1) Luas infeksi dan perkembangan miselium di dalam tanah, (2) tingkat kemasaman tanah, (3) perbedaan dalam penggunaan fosfor, (4) perbedaan daya tanggap terhadap pemupukan, (5) pemupukan, (6) pengapuran, (7) Al dan unsur lain, (8) bahan organik dan kelembaban tanah, (9) penggunaan pestisida, (10) genus dan spesies cendawan mikoriza, (11) jenis tanaman yang terinfeksi, (12) lingkungan (Harran dan Ansori, 1990).

Eksudat yang dihasilkan oleh akar tanaman merupakan salah satu faktor utama yang dapat mempengaruhi terjadinya komunikasi antara tanaman dengan CMA (Koske and Gemma, 1992). Beberapa komponen dari eksudat sangat dibutuhkan dalam proses perkecambahan dan mendorong pertumbuhan awal dari CMA (Anderson, 1992; Atlas and Bartha, 1993). Senyawa diffusible volatile (volatile exudates) memiliki variasi yang lebih banyak seperti asam organik, alkohol, aldehid, keton, eter, fenol, terpenoid dan senyawa miscellaneous, glycine dan lysine merupakan sebagian dari senyawa eksudat yang diinformasikan dapat menstimulasi pertumbuhan tabung kecambah dari *Glomus caledonium* (Koske and Gemma, 1992).

### 2.1.3. Peranan Fungi Mikoriza Arbuskular

#### 1. Sebagai Agen Pengendali Penyakit

Cendawan Mikoriza arbuskular mempunyai pengaruh yang luas terhadap mikroba patogen dan non patogen dalam tanah. Inokulasi CMA dapat menginduksi ketahanan tanaman melalui mekanisme supresif, terhambatnya pembentukan propagul infeksi dan terhalangnya kolonisasi patogen pada akar tanaman yang bermikoriza (Kobayashi and Branch., 1991). Dari berbagai tanaman yang dikolonisasi oleh CMA terjadi peningkatan ketahanan tanaman yang ditandai dengan berkurangnya intensitas serangan pada akar jeruk oleh *Phytophthora parasitica*, berkurangnya kekerdilan dan terhambatnya produksi kladospora *Thielaviopsis basicola* (Campbell, 1989), tertekannya pertumbuhan *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersicum* pada tanaman tomat (Reflin, 1993), meningkatnya ketahanan tomat terhadap penyakit layu tomat yang disebabkan *Pseudomonas solanacearum* (Rianto, 1993). Tanaman pisang Cavendish yang diinokulasi dengan *G.fasciculatum*, *G. Etunicatum* dan *Acaulospora* sp yang diberikan secara tunggal maupun gabungan (multispora) dapat meningkatkan ketahanan tanaman pisang terhadap *R.solanacearum* ras2 (Yefriwati *et al.*, 2004), meningkatkan ketahanan bibit pisang terhadap kerusakan nematoda *R. similis* hingga mencapai 37.15% (Desfitri *et al.*, 2005).

Sifat tahan pada tanaman terbentuk sebelum patogen menginfeksi inang artinya CMA sudah terlebih dahulu mengkolonisasi akar. Setelah terjadi kolonisasi oleh CMA pada akar maka patogen akar akan dapat ditekan. Status inilah yang dimanfaatkan oleh CMA untuk menekan patogen bawaan tanah, karena interaksi CMA bersifat obligat simbiosis, CMA akan berupaya menjadi kondisi akar hanya cocok untuknya (mikorhizosfer) (Graham., 1983 and Linderman., 1988). Infeksi dan kolonisasi CMA

menyebabkan permeabilitas membran menjadi berkurang, pelepasan eksudat akar rendah sekali, kondisi ini menjadi tidak sesuai bagi perkembangan patogen (Smith., 1988).

Mekanisme proteksi FMA terhadap patogen melalui berbagai cara seperti : 1). Adanya selaput hifa (mantel) yang berfungsi sebagai penghalang masuknya patogen, 2). Mikoriza amenggunakan hampir seluruh kelebihan karbohidrat dan eksudat lainnya, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok untuk patogen, 3). Dihasilkannya antibiotik yang dapat mematikan patogen dan 4) akar tanaman yang sudah diinfeksi FMA tidak dapat diinfeksi oleh patogen lain yang menunjukkan adanya kompetisi, 5) terinduksinya substansi kimia dalam sel kortek inang yang dapat mencegah masuk dan berkembangnya patogen (Linderman., 1988; Imas et al., 1993).

## **2. Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman.**

Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan dan hasil tanaman meningkat karena peran mikoriza dalam perbaikan hara tanaman terutama P, meningkatkan toleransi terhadap kekeringan, patogen akar, keracunan logam berat, temperatur tanah dan kadar garam yang tinggi (Husin., 1994a dan Setiadi., 1998). Informasi mengenai kemampuan FMA dalam meningkatkan serapan hara dan pertumbuhan tanaman sudah banyak dilaporkan, seperti pada tanaman kehutanaan (Setiadi, 1996), tanaman perkebunan (Cuenca *et al*, 1990; Blal *et al*, 1990; Baon, 1994; Widiastuti, 2000) dan tanaman hortikultura (Chang, 1994; Jaizme-Vega dan Azcon, 1995; Dutra *et al*, 1996). Peran FMA tidak hanya dalam peningkatan penyerapan fosfat akan tetapi juga terhadap unsur-unsur nutrisi lain seperti N,K dan Mg yang bersifat mobil (Sieverding, 1991), bahkan terhadap unsur –unsur mikro seperti Cu, Zn, MN, B dan Mo

(Smith and Read, 1997). Peningkatan penyerapan hara yang menguntungkan ini antara lain disebabkan karena volume tanah yang dapat dieksplorasi oleh hifa eksternal FMA meningkat 5-200 kali dibanding dengan eksplorasi akar tanpa mikoriza (Sieverding, 1991). Inokulasi FMA pada 9 jenis bibit apel dapat meningkatkan konsentrasi fosfor baik pada bagian atas tanaman (shoot) maupun bagian akar (Matsubara *et al.*, 1996).

Menurut Setiadi (2001) bahwa pemakaian FMA sangat cocok untuk merehabilitasi lahan-lahan yang bermasalah (kemasaman tinggi, Al-dd tinggi, Fosfor terjerap, kesuburan rendah), seperti tanah Ultisol, Inceptisol, Oxisol, dan daerah semi arid (curah hujan rendah).

Dari beberapa hasil penelitian diperoleh hasil bahwa tanaman adpokat, pisang, nenas dan pepaya juga mempunyai respon yang tinggi terhadap FMA yang dapat meningkatkan serapan hara dan pertumbuhan bibit. Inokulasi *Glomus mosseae* pada pepaya kultivar Sunrise dapat meningkatkan biomassa sebanyak 85% serta kandungan hara N, P dan K berturut-turut sebanyak 28.4%, 54.5% dan 73.3% lebih tinggi dibandingkan kontrol dan inokulasi *Glomus fasciculatum* pada tanaman pisang dapat meningkatkan kandungan nutrisi N,P dan K berturut-turut sebesar 248%, 226% dan 332% lebih tinggi dibandingkan kontrol (Jaizme-Vega dan Azcon, 1995).

Bagyaraj (1992) menjelaskan bahwa tingkat kematian bibit yang telah diinokulasi sewaktu pemindahan ke lapang dapat diperkecil dan daya adaptasinya ternyata juga meningkat. Hubungan antara tingkat infektivitas FMA (kemampuan mengkolonisasi akar) dan tingkat keefektifan (kemampuan untuk menstimulasi pertumbuhan) bervariasi tergantung pada kompatibilitas cendawan dan inang (Camprubi dan Calvet, 1996). Informasi mengenai kesesuaian atau kompatibilitas FMA dengan tanaman kehutanan,

perkebunan maupun komoditas komersial lainnya telah banyak dilaporkan. Untuk tanaman buah-buahan, informasi mengenai hal ini juga sudah cukup banyak dikemukakan seperti pada jeruk (Camprubi and Calvet, 1996; Ishii and Kadoya, 1996), pisang (Jaizme-Vega dan Azcon, 1995; Declerck *et al.*, 1995), apel (Matsubara *et al.*, 1996), plum (Fortuna *et al.*, 1996), strawberi (Chavec and Ferera-Cerrato, 1990), adpokat, nenas dan pepaya (Jaizme-Vega and Azcon, 1995). Brundrett and Walker (1999) dan Widen *et al* (1999) menambahkan bahwa respon tanaman akan lebih baik jika tanaman tersebut diinokulasi dengan jenis FMA yang cocok dengannya (kompatibel).

## 2.2. Ektomikoriza

### 2.2.1. Pengelompokan ektomikoriza

Fungi pembentuk ektomikoriza masuk dalam golongan Basidimisetata (Basidiomycetes) yang biasanya membentuk tubuh buah (Puff balls). Beberapa genera fungi pembentuk ektomikoriza adalah : *Amanita*, *Boletus*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Cenococum*, *Suillus*, *Rhizopogon*, *Scleroderma* dan *Pisolithus*.

Fungi ektomikoriza dapat memberikan manfaat penting terhadap inangnya diantaranya berupa :

- a. Meningkatkan penyerapan unsur hara terutama fosfat
- b. Ketahanan terhadap kekeringan dan serapan patogen akar.
- c. Berdasarkan manfaat tersebut maka laju pertumbuhan, kualitas semai dan daya hidupnya di lapangan dapat ditingkatkan. Fungi ektomikoriza dapat ditemukan pada perakaran pohon hutan seperti: Pinus, Eucalyptus dan golongan Dipterocarp (*Shorea*, *Dipterocarpus*, *Hopea*) maka penggunaan

inokulum ektomikoriza sangat dianjurkan untuk membantu pertumbuhan awal dari tanaman tersebut pada lahan marginal.

### **2.2.2. Perbedaan antara Endomikoriza dan Ektomikoriza**

Perbedaan antara ektomikoriza dan endomikoriza dapat dilihat dari kelompok fungi yang berasosiasi, tanaman inang dan bentuk asosiasinya di akar (Tabel 1). Fungi ektomikoriza berada pada klas yang lebih tinggi daripada fungi endomikoriza, dengan demikian fungi ektomikoriza mempunyai sporokarp yang lebih sempurna dan berukuran lebih besar dibanding fungi endomikoriza. Miselium fungi ektomikoriza bersepta dan seringkali dijumpai adanya clamp-connection. Jamur ektomikoriza mempunyai kisaran inang yang lebih sempit dibanding dengan fungi endomikoriza. Fungi ektomikoriza hanya dapat menginfeksi tumbuhan berkayu, tetapi tidak semua tumbuhan berkayu dapat terinfeksi oleh fungi ini. Bentuk asosiasi ektomikoriza dapat dilihat langsung dengan mata, sedang bentuk asosiasi endomikoriza dapat dilihat jelas setelah melalui serangkaian pewarnaan dan dilihat dengan bantuan mikroskop. Fungi ektomikoriza menginfeksi akar diantara sel epidermis dan korteks, sedangkan fungi endomikoriza menginfeksi di dalam sel akar.

### **2.2.3. Tanaman yang Dapat Berasosiasi dengan Fungi Pembentuk Ektomikoriza**

Lebih dari 90% jenis tanaman yang ada di alam dapat berasosiasi dengan simbiosis mikoriza, endomikoriza dan ektomikoriza. Dari 90% jenis tersebut sebanyak 97% jenis tanaman di alam dapat berasosiasi dengan endomikoriza dan hanya 3% jenis tanaman yang dapat berasosiasi dengan ektomikoriza. Tanaman yang dapat berasosiasi dengan jamur pembentuk ektomikoriza berasal dari famili: Pinaceae, Salicaceae, Juglandaceae, Myrtaceae, Gnetaceae, Dipterocarpaceae, Betulaceae, Tiliaceae, Fagaceae, Cae-salpinodaceae (Hutchison, 1990).

Tabel 1. Perbedaan ektomikoriza dan endomikoriza

No.	Uraian	Ektomikoriza	Endomikoriza
1	Klas Fungi	Ascomycetes dan Basidiomycetes	Zygomycetes
2	Sambungan-apit ( <i>clamp-connection</i> ) pada miselium	Ada	kecil
3	Ukuran tubuh buah	Besar (dapat dilihat dengan mata telanjang)	Kecil
4	Sifat	Fakultatif	Obligat
5	Kisaran Inang	Sempit	Luas
6	Infeksi	Diantara sel epidermis, korteks	Di dalam membran sel
7	Bentuk asosiasi akar	Dapat dilihat langsung	Dengan bantuan mikroskop
8	Struktur asosiasi	Mantel, <i>Hartig-net</i>	Vesikula, arbuskula



Gambar 7. *Clamp connections* pada hifa jamur ektomikoriza.  
Sumber: Brundrett *et al*, 1991

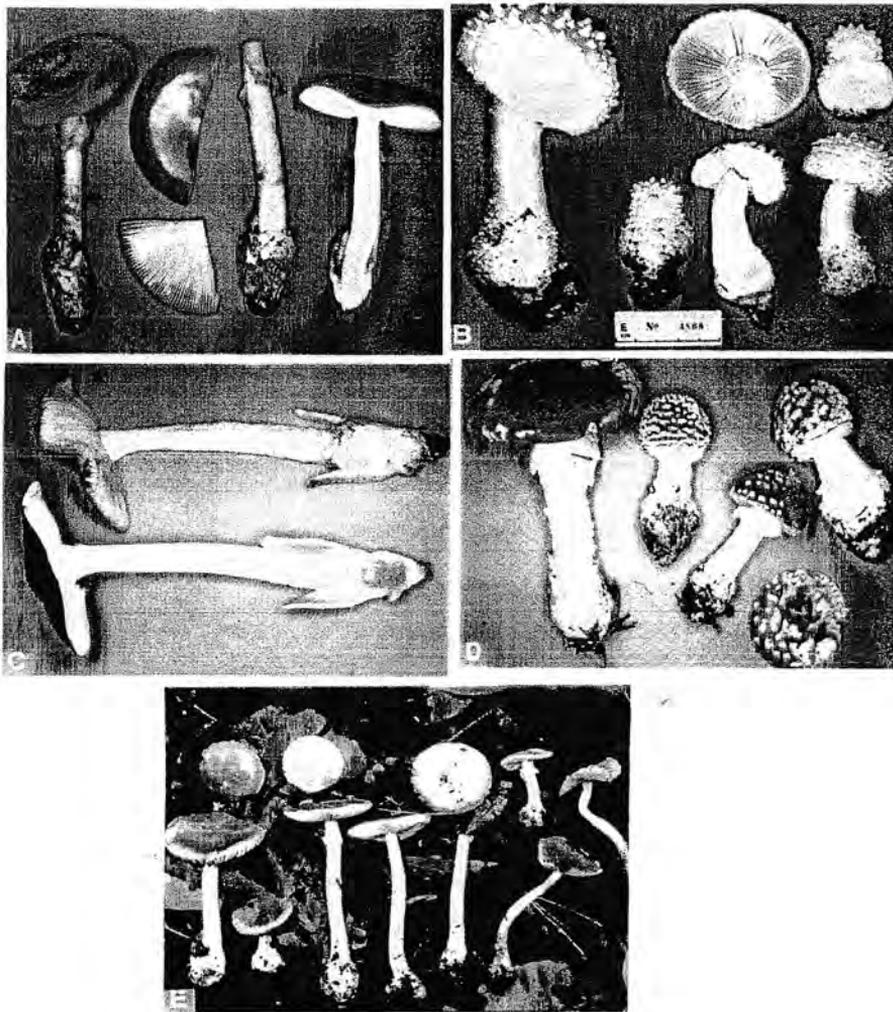
#### 2.2.4. Fungi yang Dapat Berasosiasi Membentuk Ektomikoriza

Fungi yang dapat berasosiasi ndengan akar tanaman dan membentuk ektomikoriza berasal dari klas Ascomycetes dan Basidiomycetes (Bougher et al.1994). Genusnya antara lain : *Agaricus*, *Amanita*, *Astraeus*, *Boletus*, *Calvatia*, *Cantharellus*, *Cenococcum*, *Cortinarius*, *Gautieria*, *Geastrum*, *Hebeloma*, *Hysterangium*, *Lactarius*, *Mycelim*, *pisolithus*, *Rhizopogon*, *Russula*, *Scleroderma* dan *Tricholoma*. Fungi yang

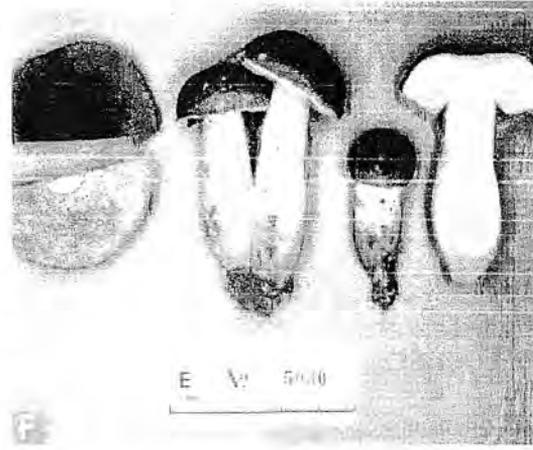
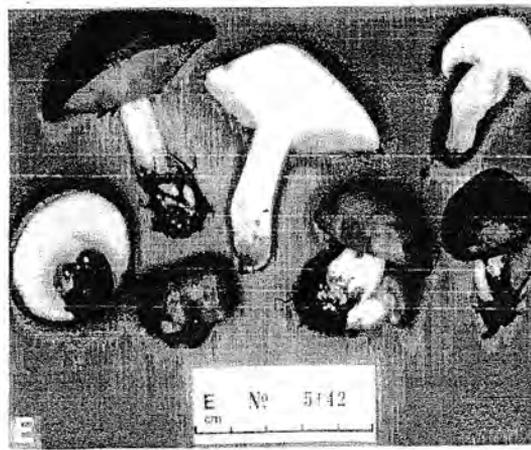
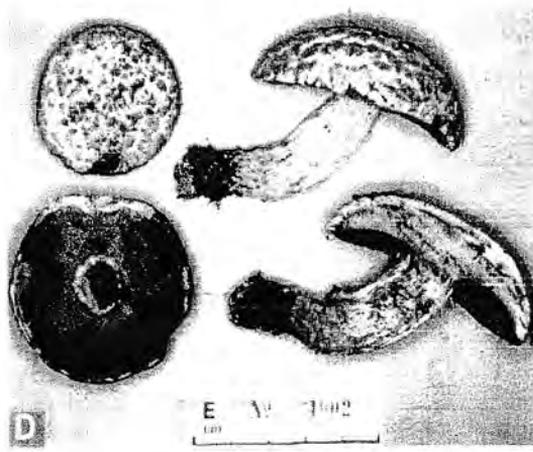
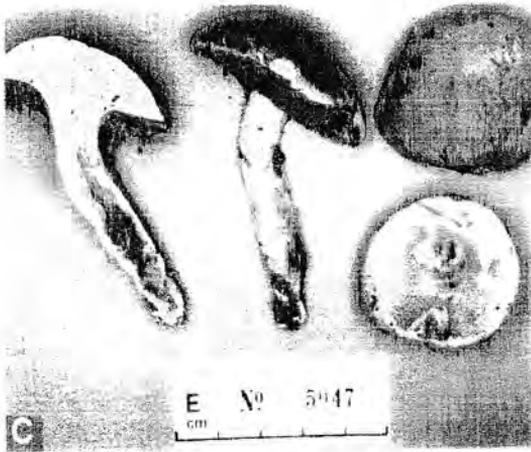
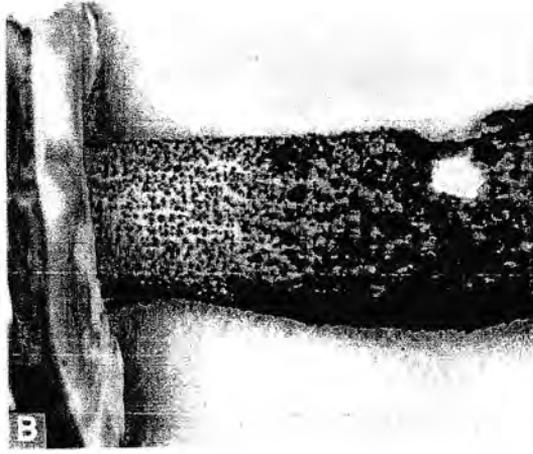
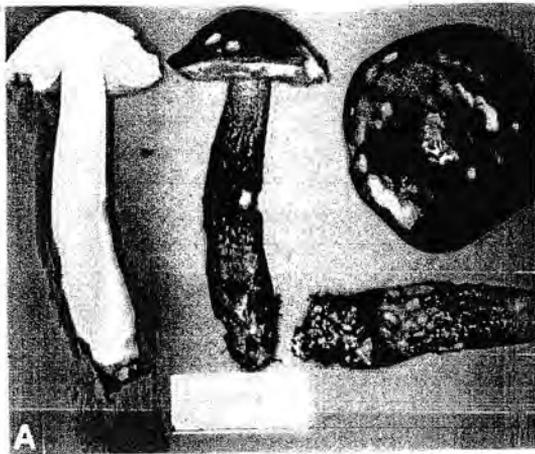
termasuk Ascomycetes dan Basidiomycetes biasanya memiliki tubuh buah (sporokarp) yang besar, dapat dilihat langsung tanpa bantuan mikroskop (Gambar 8,9,10,11).

Pemunculan tubuh buah di alam sangat tergantung kondisi lingkungan diantaranya curah hujan, suhu, dan cahaya matahari. Biasanya tubuh buah jamur banyak diumpai pada awal dan akhir musim penghujan. Pemunculan tubuh buah diluar musim dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan thermal-shock (Wulandari *et al.*, 1999).

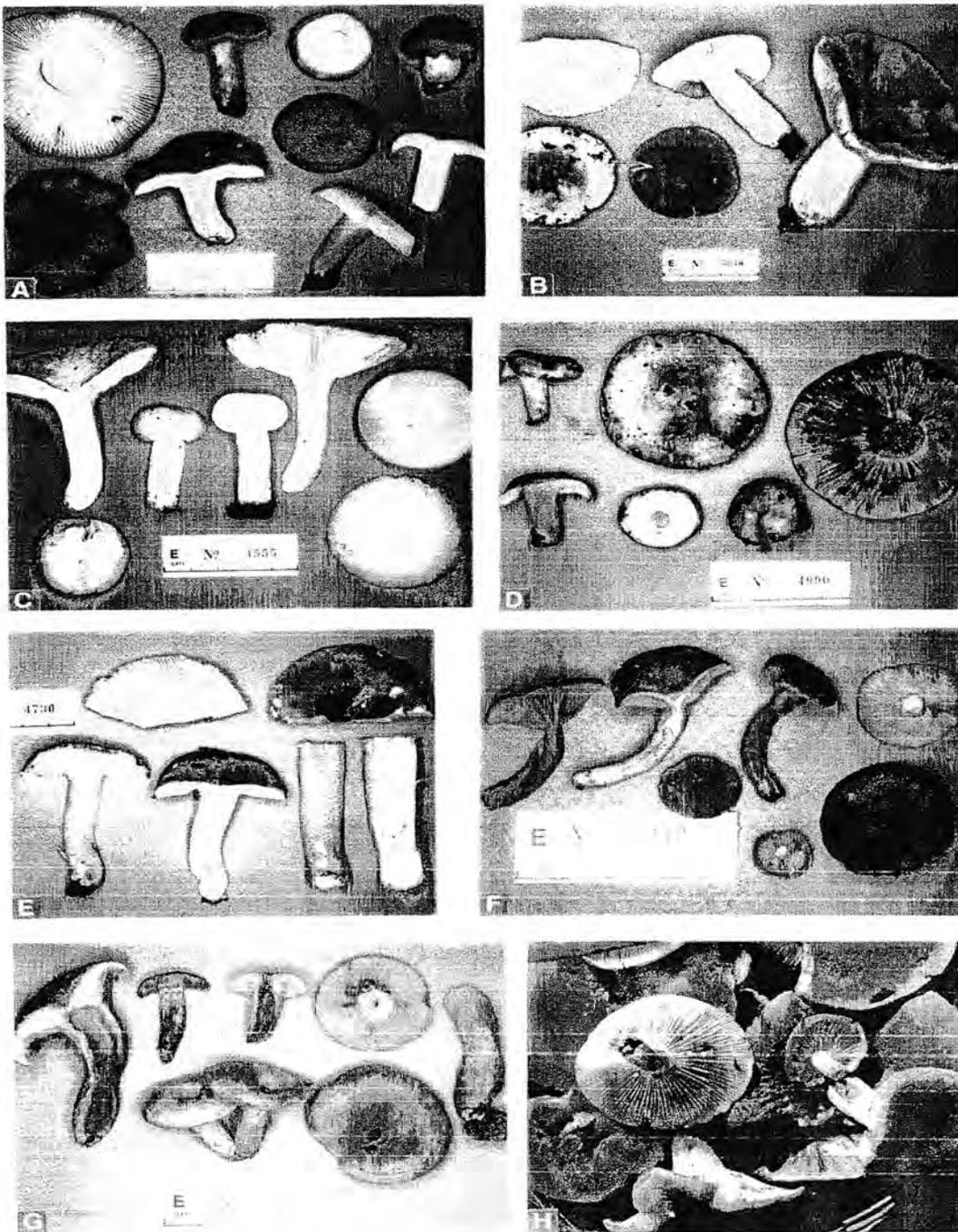
Tubuh buah jamur ektomikoriza ada yang berada di bawah permukaan tanah (hipogeus) dan di atas permukaan tanah (epigeus). Tubuh buah yang hipogeus berbentuk bulat tidak beraturan biasanya disebut truffle. Sedangkan tubuh buah epigeus dapat berbentuk ; 1. bulat tidak beraturan ,bertangkai atau tidak yang disebut puffball dan 2. seperti payung biasanya disebut mushroom. Tubuh buah jamur pembentuk ektomikoriza terdiri dari bagian generatif yaitu spora dan bagian vegetatif yaitu seluruh tubuh buah jamur selain spora. Tubuh buah jamur yang berbentuk puffball dapat mengandung berjuta-juta spora di dalamnya.



Gambar 8. Ektomikoriza famili Amanitaceae. A. *Amanita sp. cf. hemibapha*; B. *Amanita sp.* C. *Amanita sp.* (vaginatae group); D. *Amanita muscaria*; E. *Amanita bruneibulbosa*



Gambar 10. Boletaceae 1. A dan B. *Leccinum scabrum*; C. *Pulveroboletus* p. D. *Strobilomyces* sp. E. *Suillus granulatus*. F. *Tylopilus chromapes*. Sumber : Brundrett et al., 1991.



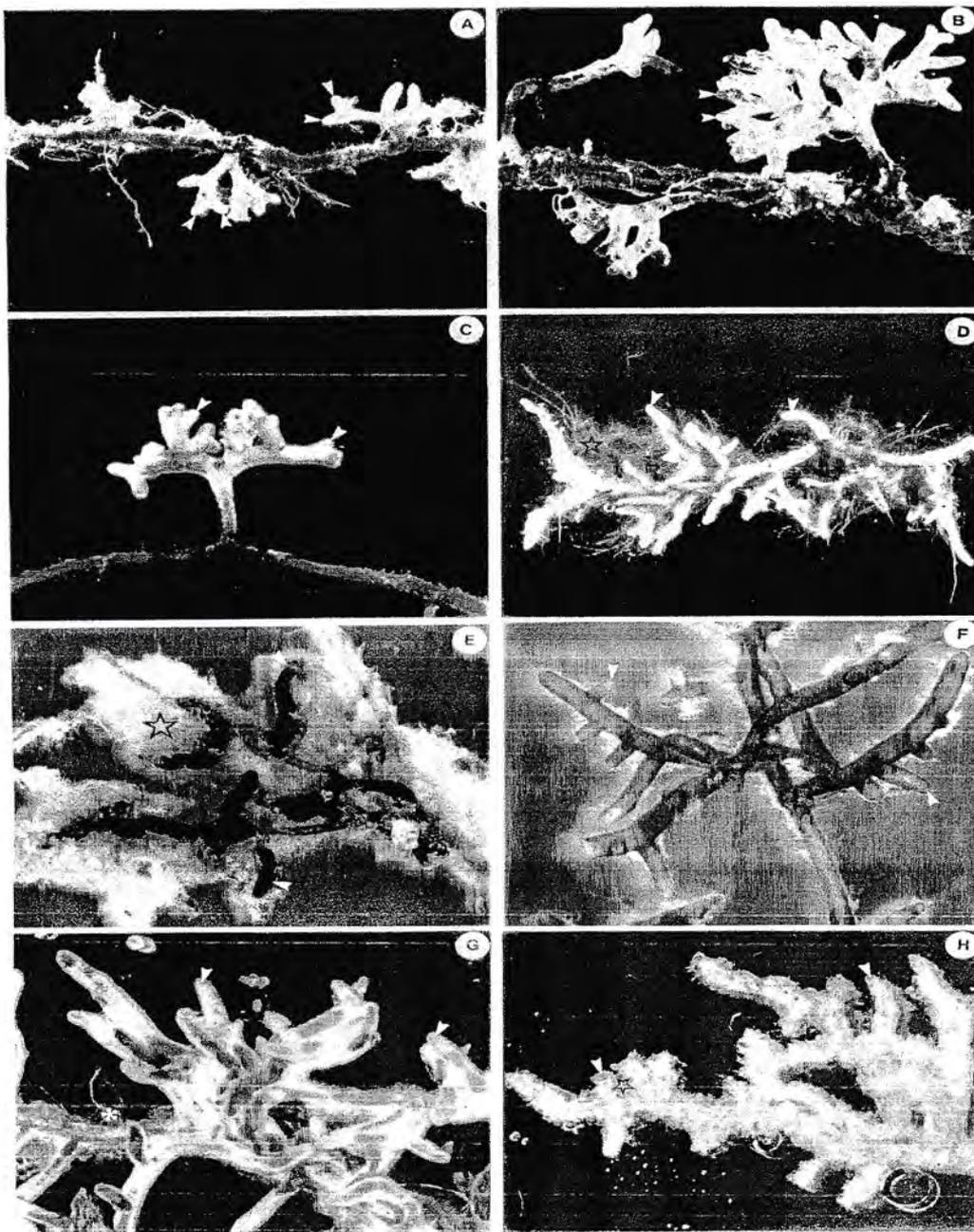
Gambar 11. Boletaceae 2. A. *Austraboletus occidentalis*; B. *Boletus* sp.; C. *Boletus edulis*; D. *Xerocomus* sp; E. *Boletus* cf. *balloui* group; F. *Boletellus obscure-coccineus*; G. *Gyroporus* sp. cf. *cyanescens*; H. *Heimiella* sp.  
 Sumber Brundrett et al, 1991.

### 2.2.5. Infeksi Jamur Ektomikoriza

Ektomikoriza terbentuk apabila jamur mempenetrasi sel akar hidup terutama pada jaringan epidermis dan korteks. Pembentukan ektomikoriza sangat tergantung pada keadaan fisiologis spesifik akar tumbuhan. Satu jenis tumbuhan dapat terinfeksi oleh beberapa jenis jamur ektomikoriza dan satu jenis jamur ektomikoriza dapat menginfeksi beberapa jenis tumbuhan. Setelah terbentuk ektomikoriza, zona infeksi tidak statis tetapi bergerak dengan penyebaran akropetal. Proses pergerakan tersebut terjadi bersamaan dengan pertumbuhan akar. Umumnya hanya akar muda yang dapat diinfeksi oleh jamur.

Akar yang terinfeksi dan membentuk ektomikoriza, berdiameter lebih besar dibanding akar yang tidak terinfeksi (Peterson dan Furquhar, 1994), dan kehilangan rambut-rambut akar. Memebesarnya diameter akar ini karena adanya mantel yang menyelimuti bagian permukaan akar. Mantel merupakan kumpulan miselium jamur ektomikoriza yang memadat dan sudah termodifikasi sesuai dengan fungsinya (Kottke dan Oberminkler, 1986), sehingga warna mantel sama dengan warna miselium jamur ektomikoriza. Selain adanya mantel, juga ditemukan Hartig-net dalam akar yang terkolonisasi ektomikoriza (Allen, 1991). Hartig-net bentuknya berliku-liku seperti labirin dan terdapat diantara sel epidermis dan sel korteks sampai batas endodermis. Ada juga infeksi jamur ektomikoriza yang hanya sampai batas epidermis dan membentuk jaringan epidermis dengan sel-sel yang memanjang secara radial (Radially Elongated Epidermis Cell/REEC).

Tubuh buah jamur ektomikoriza dapat dimakan seperti dari famili Boletus (Gambar 12).



Gambar 12. Bentuk ektomikoriza pada beberapa jenis akar tanaman.  
 Sumber Brundrett *et al*, 1991.

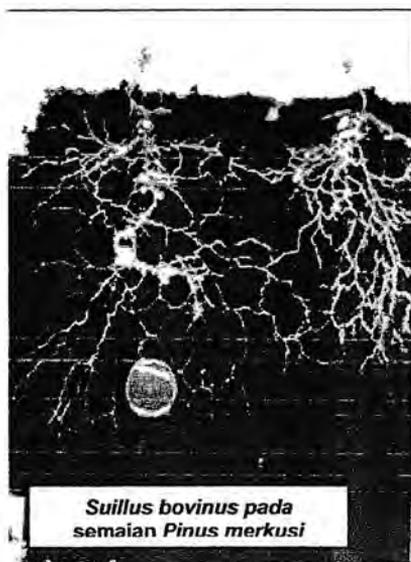


(b)



(c)

Gambar 13. Beberapa tubuh buah jamur ektomikoriza yang dapat dimakan.(a).Gadis kecil sedang menjual *Boletus edulis* .(b) dan (c) Keranjang yang berisi *Gomphus flocculosus*, *Lactarius salmonicolor*,*Helvella crista* dan *Amanita aspera* var.*franchetii*. FOTO;J.PEREZ-MORENO.



*Suillus bovinus* pada  
semaian *Pinus merkusii*

Gambar 14. Asosiasi jamur ektomikoriza *Suillus bovinus* dengan akar semaian *Pinus merkusii*

### III. DAFTAR PUSTAKA

- Bouher N, Brundrett M, M.Dell B, Grove T, Malajczuk N. 1994. A Practical Guide For Working With Mycorrhizal Fungi In Forestry and Agriculture. CSIRO, Australia.
- Brundrett, M., Abbot, L.K. Jasper, D.A and Aswath, N. 1994. Mycorrhizal association in Disturbed and Natural Habitats in Tropical Australia Mycorrhizas for plantation Forestry in Asia. Proceeding of International Symposium and workshop, Kaping, Guandong Province, P.R. China 7-11 November 1994. Editors M.Brundrett, B.dell. Maljczuk and Gong Mingqin. P.34-40.
- Brundrett M.C, Bougherr N, Dells B, Grove T, Malajczuk N. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. ACIAR. Peter Lynch (Ed.) Pirie Printers Canberra. Australia. 373p.
- Campbell,R. 1989. Effect of *Glomus intraradices* on infection by *Fusarium oxysporum* f.sp.*radicis lycopersici* in tomatoes 12 week period. Canadian Journal Botany 64:552-556.
- Dehne, H. W. 1992. Interaction between vesicular arbuscular mycorrhizae fungi and plant pathogens. Phytopathology.
- Desfitri, A. 2005. Pengujian Isolat Indigenous Cendawan Mikoriza Arbuskular Pada Bibit Pisang Terhadap *Radopholus similis* Cobb. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Giovannetti, M. and B. Mosse. 1980. An evaluation technique for measuring vesicular-arbuscular mychorrhizal infection in roots. New Phytol. 84:489-500
- Harmet. 1999. Peranan *G. fasciculatum* dan pupuk fosfor dalam peningkatan ketahanan tanaman kedelai terhadap penyakit pustul bakteri (*Xcg*). Thesis program pascasarjana Universitas Andalas Padang. 73 hal.
- Husin. 1994. Mikrobiologi tanah. Universitas Andalas Padang. 151 halaman.
- Husin. 1995. Pemanfaatan jamur pelarut fosfat dan Mikoriza Vesikular Arbuskular dengan *Sesbania rostrata* untuk meningkatkan produktifitas tanah di lahan transmigrasi Sumatra. Laporan Penelitian Hibah Bersaing II/2 Perguruan Tinggi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang. 74 halaman.
- Hutchison LJ. 1990. Studies on the systematic of ectomycorrhizal in axenic culture. V. Linear Growth response to standart extreme temperatures used as a taxonomic character. Can. J.Bot.68:2179-2184.
- Klement, Z., Rudolph, K and Sand, D.C. 1990. Method in Phytobacteriology Academia Kiado. Budapest.

- Kobayashi, N and Branch, K, 1991. Biological control of soil borne disease with vesicular arbuscular mycorrhiza fungi and charcoal compost. In: Proceeding of the international seminar biological control of palnt disease and Virus vektor. Sept 17-21, Tsukuba. Japan. 153-160.
- Peterson, RL, Farquhar,MI. 1994. Integrated development between roots and fungi. *Mycologia* 86:311-326.
- Schenck, N.C and Y.Petrez. 1990. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. Gainesville, Florida. USA. 286p
- Setiadi, Y. 1989. Pemanfaatan mikroorganisme dalam kehutanan. PAU-IPB. Bogor. 6 halaman.
- , 1998. Fungi mikoriza dan prospeknya sebagai pupuk biologis PAU-BIOTEK - IPB. Bogor. 6 halaman.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular- arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. GTZ. GmbH Germany. pp. 371.
- Smith, S. E. and D. J. Read. 1997. Mycorrhizae symbios. Academic press. Harcourt brace & Company, Publisher, UK. pp. 605.
- Yefriwati., T. Habazar., Reflin dan I. Muas. 2005. Aplikasi beberapa Cendawan Mikoriza arbuskular Dalam Meningkatkan Ketahanan Bibit Pisang terhadap serangan Penyakit Layu Bakteri (*Ralstonia solanacearum* ras 2). Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional dan Workshop Asosiasi Mikoriza Indonesia. Dies Natalis Universitas Jambi ke-42, tanggal 9-10 Mei 2005 di Jambi.
- Yusman. 2003. Uji kemampuan beberapa jenis CMA dalam menginduksi ketahanan tanaman tomat terhadap penyakit bercak bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria*). 51 hal.