

Fungi Ektomikoriza

Dosen Pengampu: Hanna Artuti



Amanita muscaria



Amanita brunneibulbosa

Topik

A. Fungi Ektomikoriza

B. Tanaman Inang

C. Pengamatan Ektomikoriza

1. Pada sejumlah tanaman
2. Pengamatan potongan akar di bawah mikroskop
3. Pengamatan sayatan potongan akar di bawah mikroskop

D. Struktur dan Tingkat Perkembangan

1. Sistem perakaran
2. Hifa EM dalam tanah

E. Ektomikoriza sebagai Agens Hayati



Most ECM fungi are
Basidiomycota

(e.g. *Amanita*, *Amanita*,
Boletus, *Cantharellus*,
Cortinarius, *Entoloma*,
Entoloma, *Gomphidius*,
Hebeloma, *Hygrophorus*,
Inocybe, *Lactarius*, *Paxillus*,
Rhizopogon, *Russula*,
Scleroderma, *Scleroderma*,
Suillus, *Thelephora*,
Tomentella)



Laccaria sp.



Tubuh buah fungi EM (*Laccaria*) yg dihasilkan dari inokulasi semai Eucalyptus yang ditumbuhkan selama beberapa bulan, dalam pot pd media tanah yg dipasteurisasi, di rumah kaca.

Pisolithus sp.

***Pisolithus* sp.** salah satu genus yang paling terkenal dari fungi EM di hutan tanaman Eukaliptus.



Hymenoscyphus-like



Sporokarp *Hymenoscyphus*-like yang menempel pada ujung² akar lateral yg ber-ektomikoriza, yang dibentuk di bawah permukaan tanah

Otidea spp.

Beberapa sporokarp genus *Otidea* (gambar kiri) yg menempel pd ujung-ujung akar ber-ektomikoriza dengan miselium berwarna putih (gambar kanan), yg ditemukan di hutan konifer.





Rhizopogon* on *Tsuga mertensiana
(B. Zak)



***Rhizopogon* sp.**

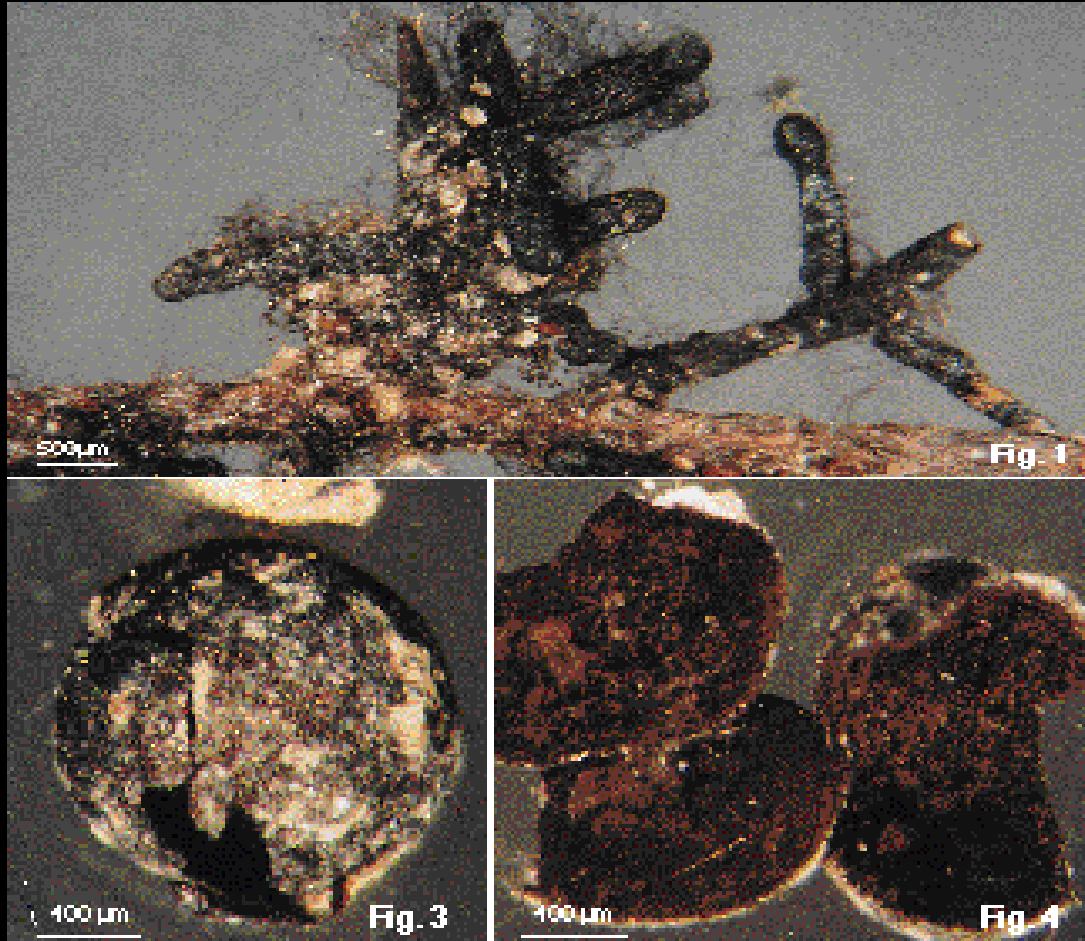


***Lactarius deliciosus* on madrone**
(Randy Molina)



Lactarius deliciosus
(Fred Stevens)

Cenococcum



- Fungi dengan miselia berwarna gelap (hitam) yang menghasilkan sclerotia
- Fungi EM yang tersebar luas
- Berdasar analisis DNA, termasuk dlm loculoascomycetes

Akar yang terkolonisasi *Cantharellus*



Cortinarius cinnamomeus
(subgenus Dermocybe)



Cortinarius sanguineus
(subgenus Dermocybe)



Cortinarius coloneus
(subgenus *Leprocybe*)



Cortinarius rubellus
(subgenus *Leprocybe*)



Cortinarius limonius
(subgenus *Leprocybe*)



Cortinarius violaceus
(subgenus Cortinarius)



Cortinarius collinitus
(subgenus Myxacium)



Cortinarius evernius
(subgenus *Telamonina*)



Cortinarius praestans
(subgenus Phlegmacium)



Cortinarius meinhardii
(subgenus Phlegmacium)



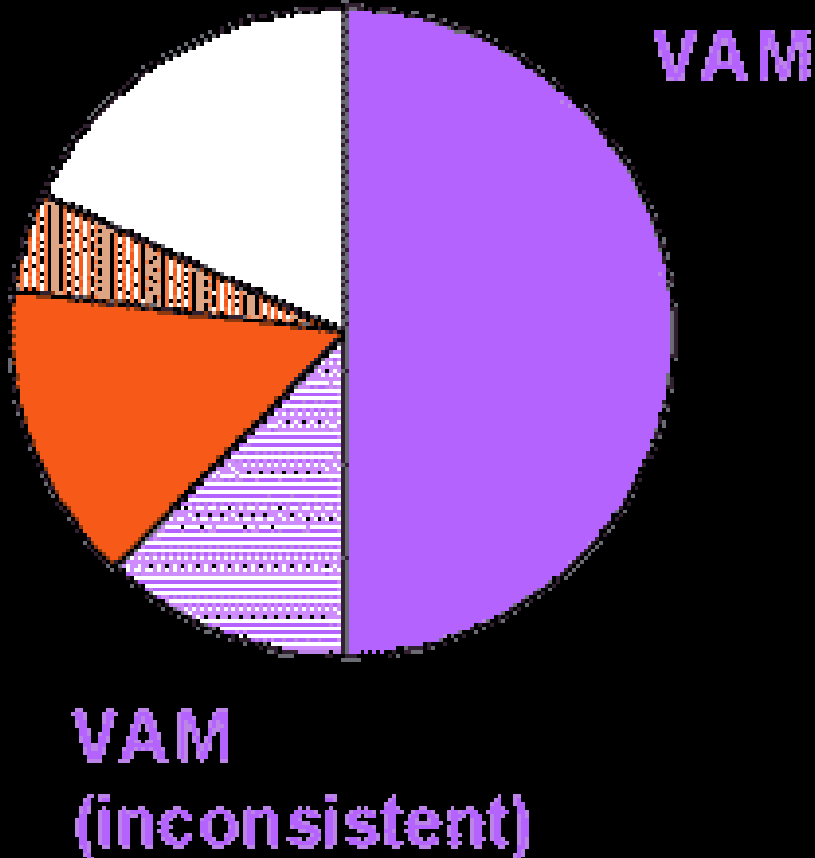
Cortinarius traganus
(subgenus *Sericeocybe*)



B. Tanaman Inang

2 types

Other



Proporsi asosiasi dengan jenis² Angiosperma:

- 50% bersimbiosis dgn fungi MA
- 12% dlm bbrp kasus dilaporkan bersimbiosis dgn MA, namun tidak dlm kasus yang lain.
- 20% memiliki tipe asosiasi yang lain (EM, orchid, ericoid, dll.)
- 18% tidak ditemukan berasosiasi dengan fungi mikoriza

Gymnosperma bisa berasosiasi dengan fungi ektomikoriza dan/atau fungi MA.

Spesifisitas tanaman inang (*host specificity*)

- Wide EM host potential, low specificity
 - Examples: *Amanita muscaria*, *Boletus edulis*, *Laccaria laccata*, *Lactarius deliciosus*, *Paxillus involutus*, *Pisolithus arhizus*
- Intermediate host potential, specific or limited in basidiocarp/host association
 - Example: *Suillus* spp. with conifers
- Narrow host potential
 - Examples: *Cortinarius pistorius* and *Rhizopogon cokeri* with *Pinus* spp.

Tanaman dengan ektomikoriza (EM)

- Pohon di hutan konifer lebih dominan dgn EM, terutama di daerah alpin dan boreal yang dingin. Di Indonesia ditemukan pada *Pinus merkusii*.
- Pohon & tanaman perdu yang berasosiasi dengan EM umumnya di hutan berdaun lebar di daerah temperate dan mediterania.
- Pohon yg berasosiasi dgn EM jg tjd di berbagai hutan tropis, sub tropis, savana dan pd hutan hujan tropis seperti pada famili Dipterocarpaceae (*Shorea spp.*, *Hopea spp.*, *Dipterocapus spp.*, dll).

Tanaman non mikoriza (NM)

Tanaman non mikoriza sangat umum di habitat yang rusak, atau tapak dengan kondisi tanah dan lingkungan yang ekstrim.

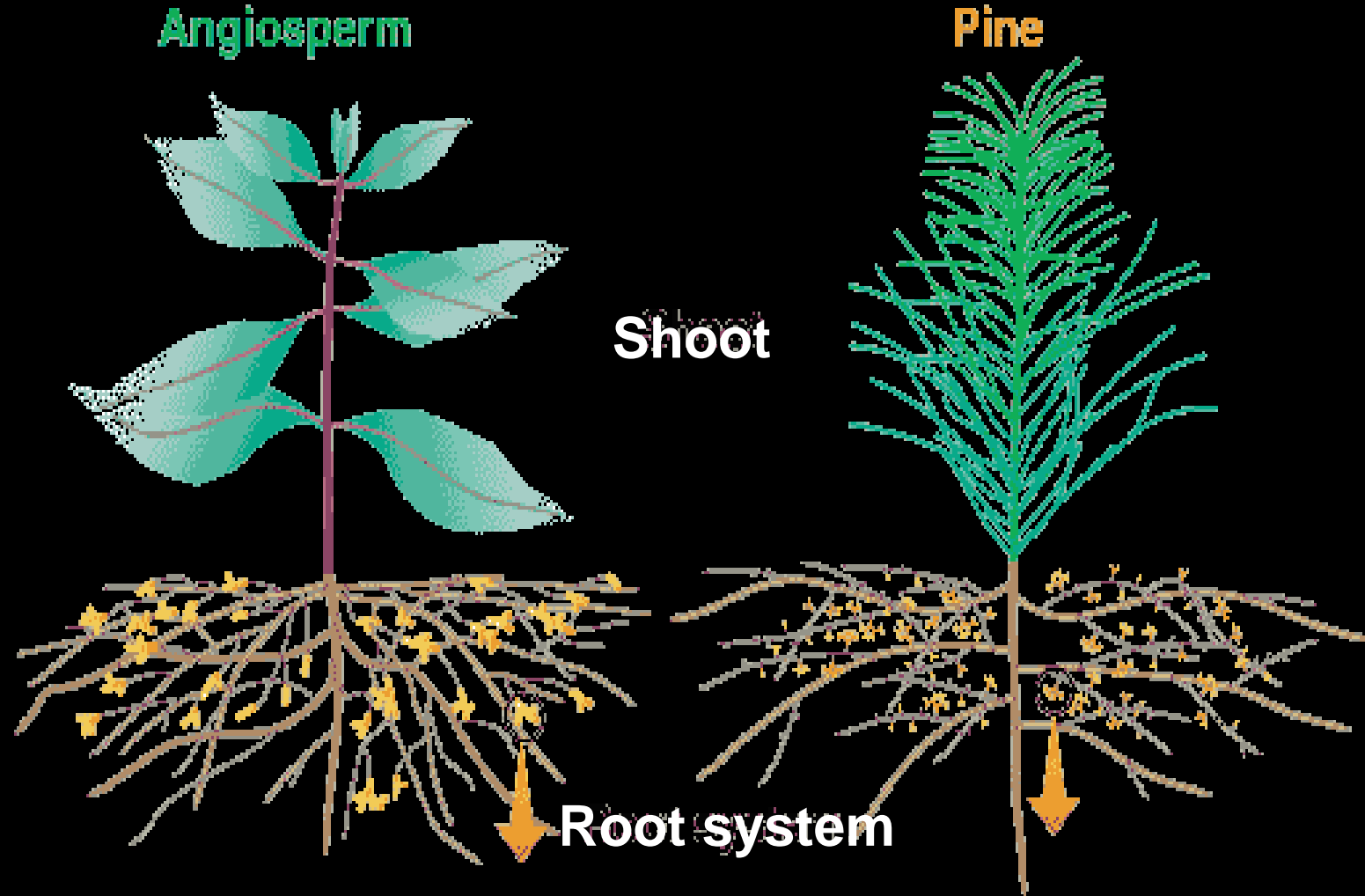


ECM predominantly occur on the roots of tree species in the Pinaceae (ECM only), Fagaceae, Betulaceae, Salicaceae (may also form AM, a type of endomycorrhizae).



C. Pengamatan Ektomikoriza

1. Pada sejumlah tanaman



Sistem perakaran angiosperma dan pinus dengan ciri-ciri struktur akar pendek dan bercabang

Simbiosis ektomikoriza (EM)

- Simbiosis ektomikoriza merupakan asosiasi mutualistik antara fungi EM (fungi tingkat tinggi) dengan tanaman Gymnosperma atau Angiosperma.
- Simbiosis EM disebut juga ***ectotrophic associations*** atau ***sheathing mycorrhizas*** yg dicirikan oleh keberadaan mantel dan Hartig *net*, meskipun struktur ini tidak dapat berkembang dengan baik.



Fungi ektomikoriza *Hebeloma mesophaeum* yang bersimbiosis dengan akar semai cemara

Simbiosis ektomikoriza (EM)

- Simbiosis EM terbentuk secara predominan pada ujung-ujung akar tanaman inang, yg tersebar secara tidak merata masuk ke dlm profil tanah, yg lebih banyak ditemukan pd lapisan *topsoil* yg mengandung humus, dr pd lapisan tanah mineral di bawahnya.
- Fungi EM dapat berperan dalam meningkatkan biomassa ekosistem hutan.

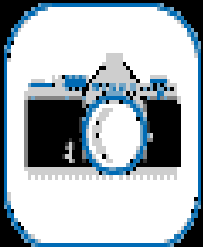


Simbiosis ektomikoriza (EM)

Hifa fungi mikoriza menyebar secara luas dalam tanah dan sangat berperan dalam hal penyerapan dan siklus hara di berbagai ekosistem.



2. Pengamatan potongan akar di bawah mikroskop



Akar bermikoriza dan jaringan hifa yang berasosiasi mrpk komponen utama kebanyakan tanah. Struktur yg dihasilkan fungi EM masih sulit untuk dilihat dgn mata telanjang.



Contoh akar atau tanah dikumpulkan, diproses dan diamati di bawah mikroskop untuk menetapkan mikoriza

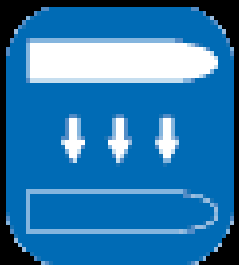


Tubuh buah fungi EM secara normal merupakan struktur yang sangat jelas, yg sering dapat diidentifikasi secara makroskopis.

2. Pengamatan potongan akar di bawah mikroskop

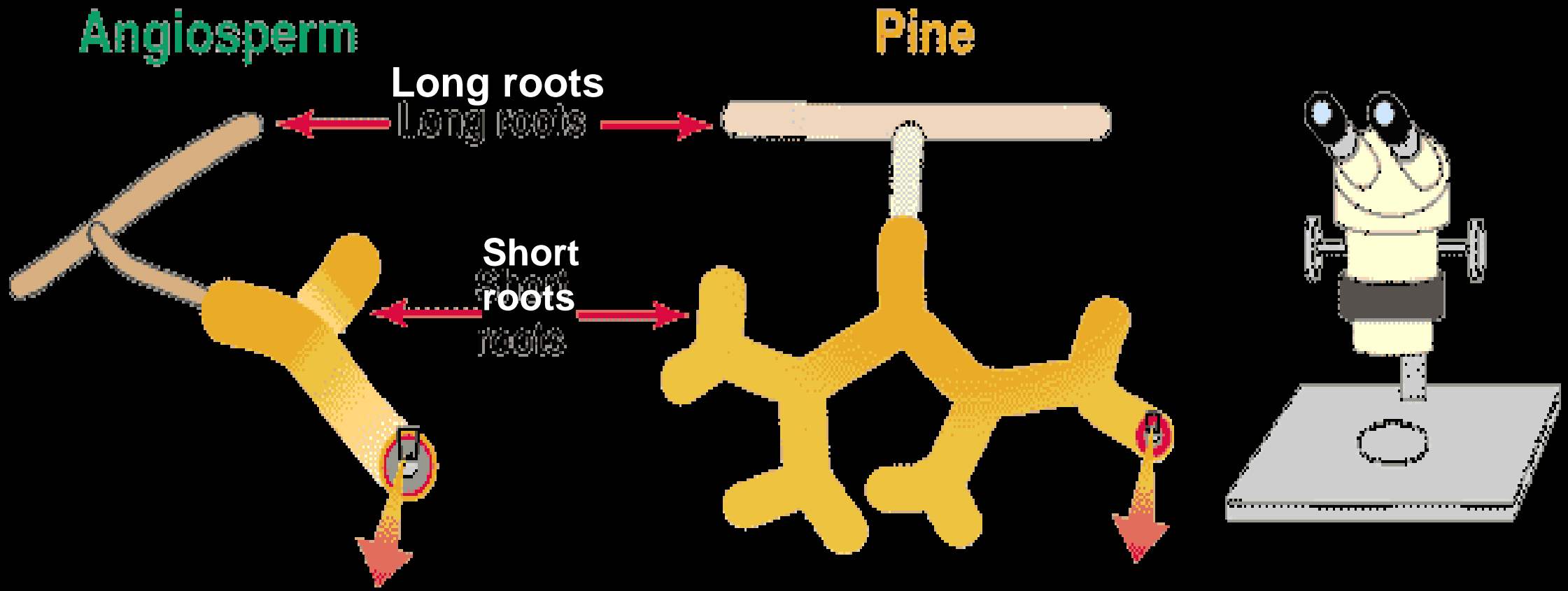


Pada tingkat perbesaran medium hifa dan akar bermikoriza dapat dilihat. Pengamatan potongan akar dapat dilakukan dalam kondisi yang masih segar atau setelah dicuci secara hati-hati untuk menghilangkan tanah yang masih terdapat pada akar.



Pengamatan EM pd akar yg masih segar di bawah mikroskop dapat digunakan untuk identifikasi dan kuantifikasi. Meskipun ada juga akar yang harus dibersihkan dalam alkali yang dipanaskan agar menjadi transparan dan diwarnai dengan merendam dalam larutan Trypan *blue* atau Chlorazol *black E*) sehingga hifa fungi terlihat dengan jelas untuk identifikasi mikoriza.

2. Pengamatan potongan akar di bawah mikroskop



2. Pengamatan potongan akar di bawah mikroskop



Asosiasi fungi *Boletus edulis*
Bull. dan *Picea*

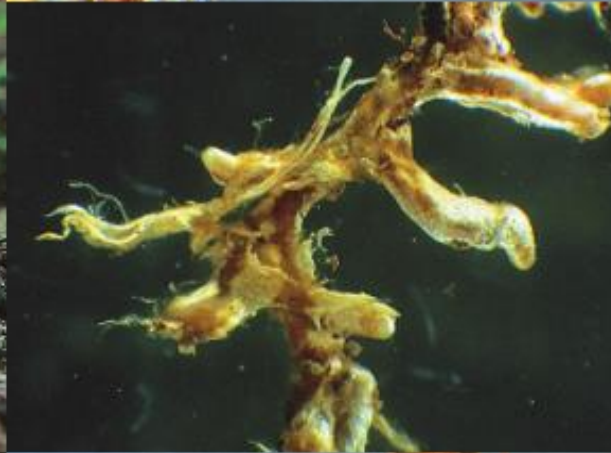


Asosiasi fungi *Amanita muscaria*
dan *Picea*

2. Pengamatan potongan akar di bawah mikroskop



Tubuh buah fungi *Russula ochroleuca* (kiri) dan kolonisasinya di akar (kanan)



Tubuh buah fungi *Cortinarius odorifer* (kiri) dan kolonisasinya di akar (kanan)

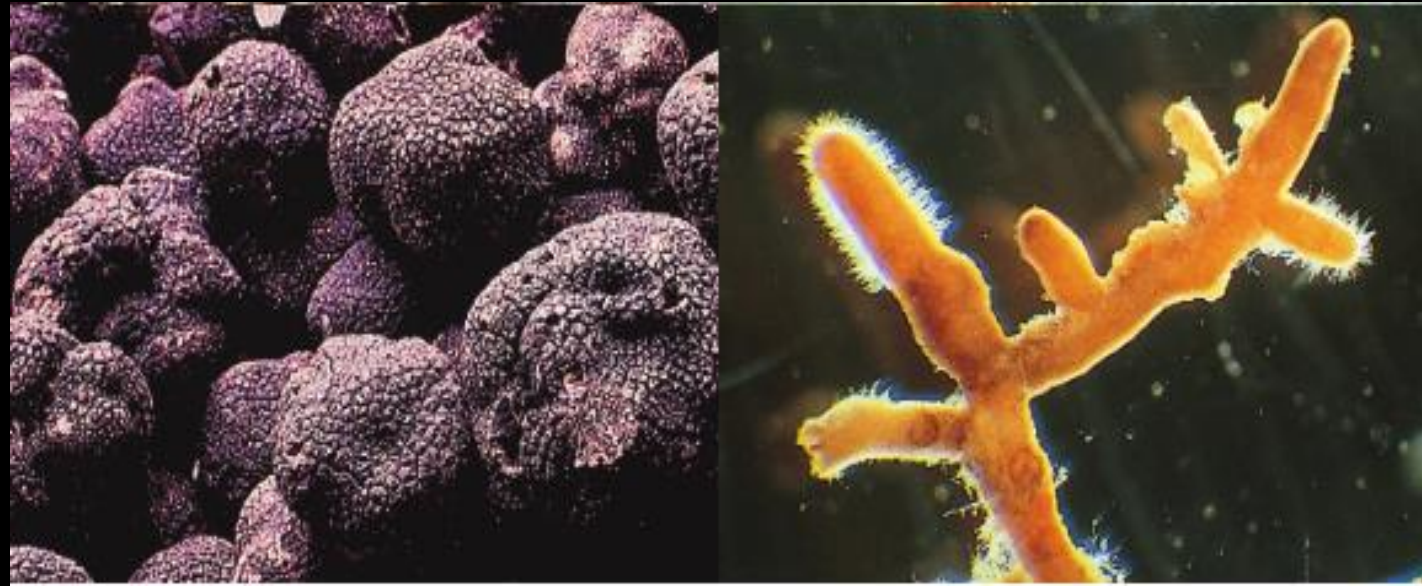
2. Pengamatan potongan akar di bawah mikroskop



Tubuh buah fungi *Laccaria amethystina* (kiri) dan kolonisasinya di akar (kanan)

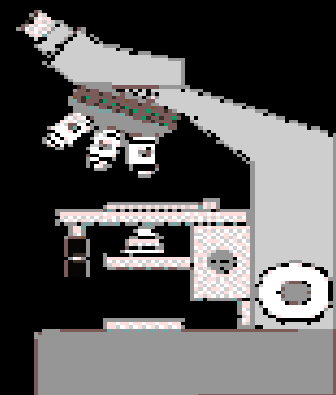
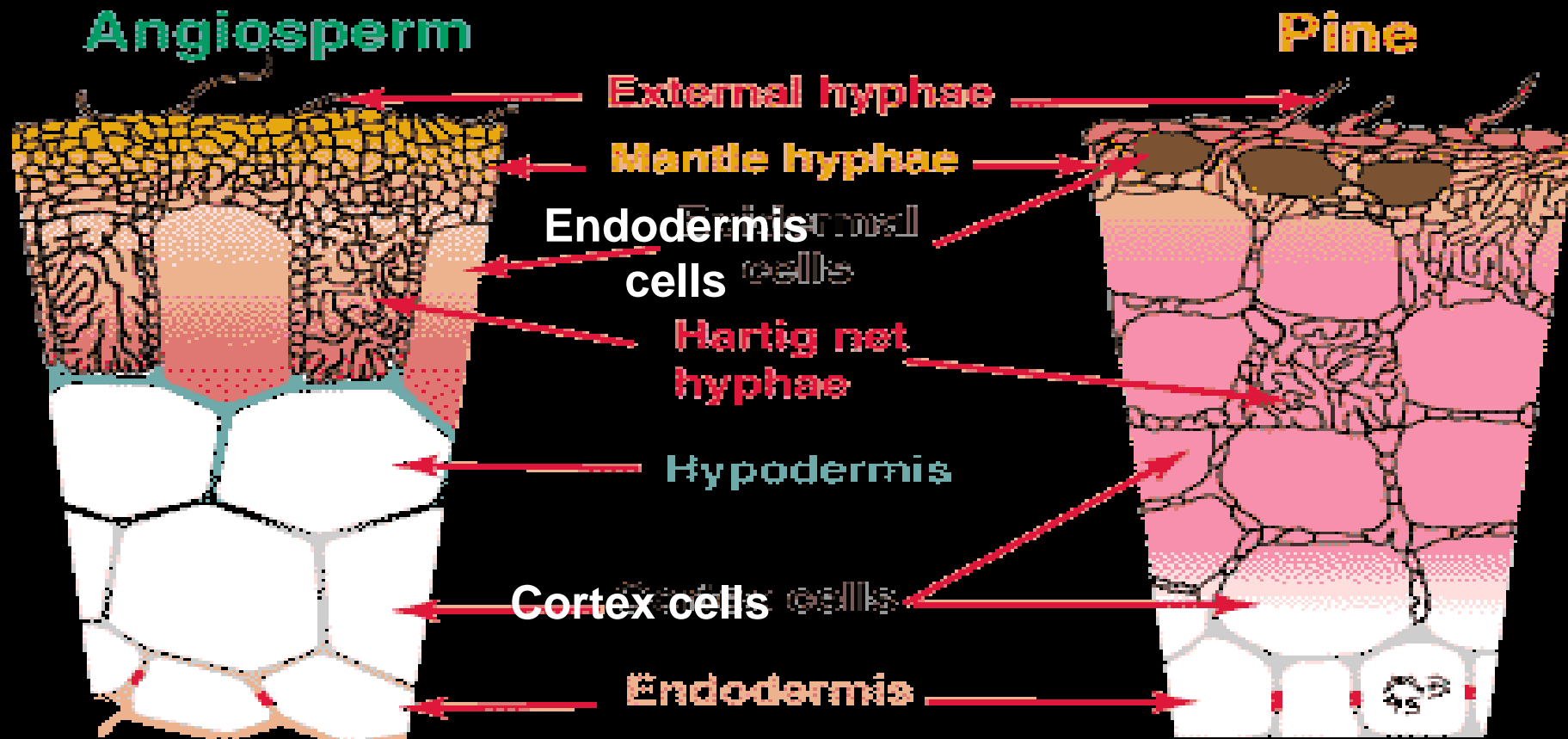
Tubuh buah fungi *Arcangeliella borziana* (kiri) dan kolonisasinya di akar (kanan)

2. Pengamatan potongan akar di bawah mikroskop









Tubuh buah fungi *Tuber melanosporum* (kiri) dan kolonisasinya di akar (kanan)

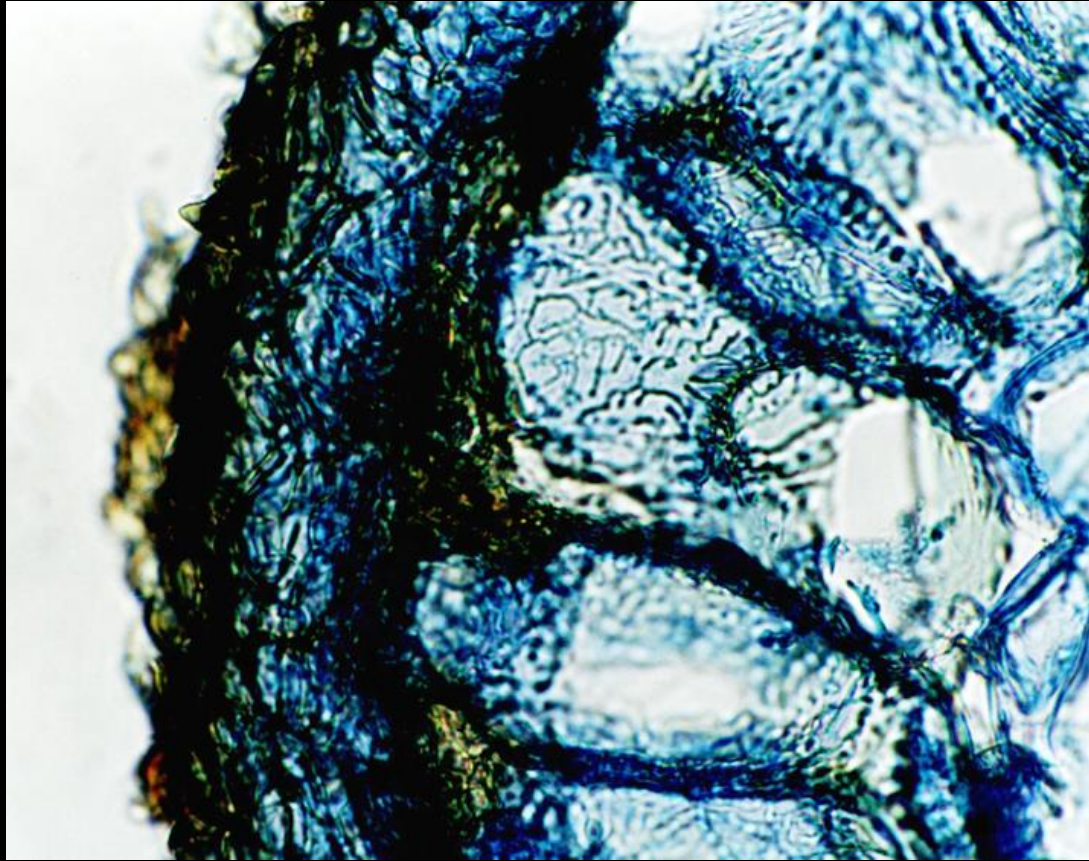
3. Pengamatan **sayatan** potongan akar di bawah mikroskop



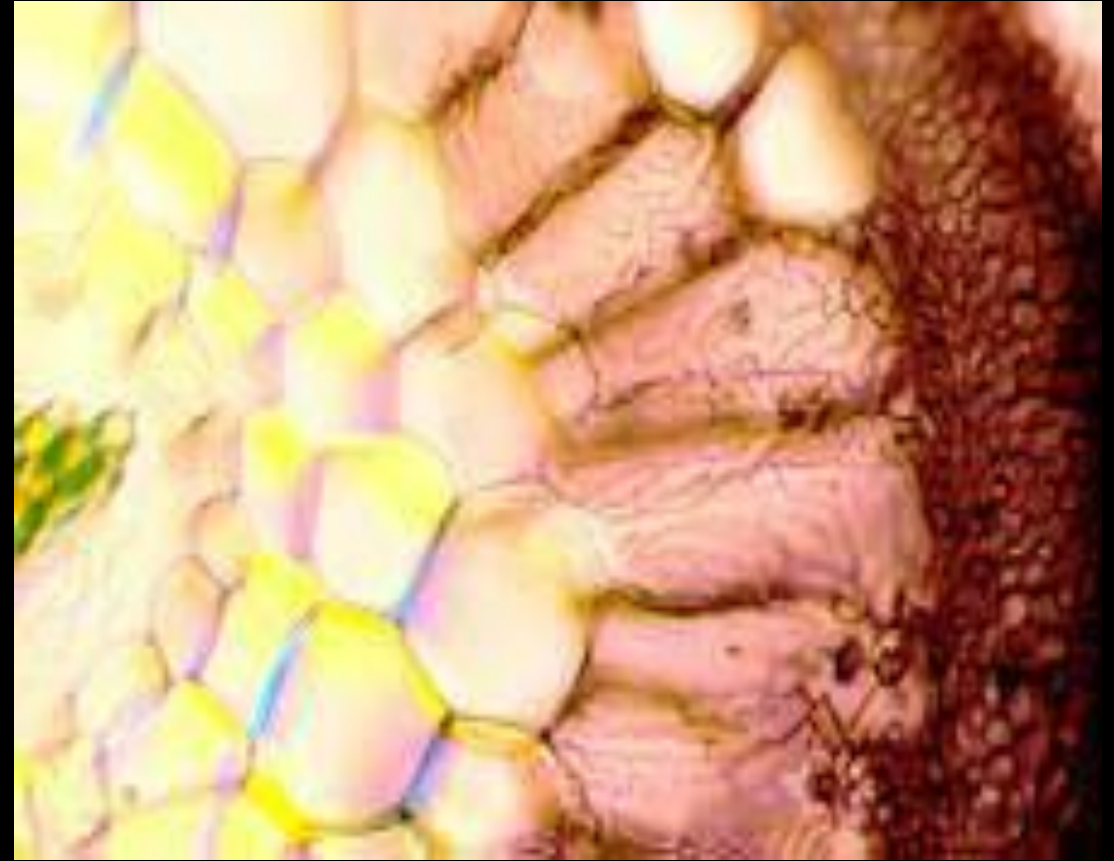
3. Pengamatan **sayatan** potongan akar di bawah mikroskop

		Pada tahap ini pengamatan dilakukan terhadap sayatan akar untuk melihat struktur mikoriza di dalam akar.
		Pada potongan akar yang sangat tipis (pemotongan menggunakan mikrotom), struktur mikoriza dapat dilihat secara lengkap. Sejumlah akar atau potongan akar dibersihkan dan diwarnai untuk menghilangkan bercak-bercak hitam dan melihat hifa fungi.
		Pengamatan secara mikroskopis dapat digunakan untuk mengidentifikasi fungi dan spornya.

3. Pengamatan **sayatan** potongan akar di bawah mikroskop

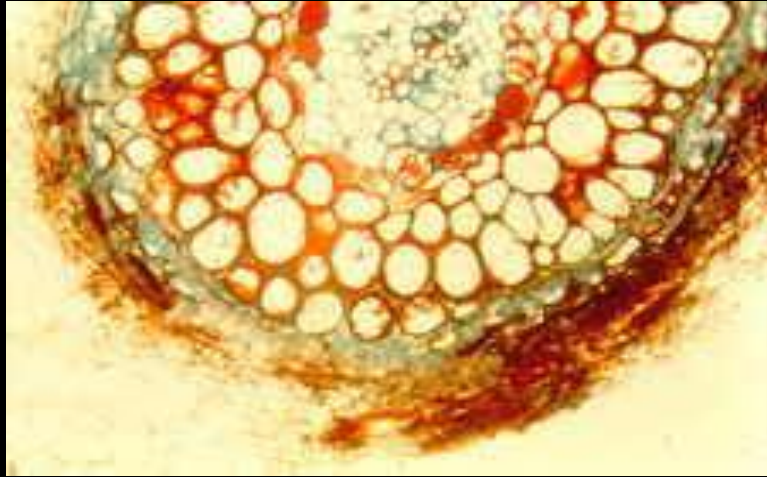


Mantel hifa ektomikoriza pd *Pinus taeda*, yg diwarnai dgn pewarna trypan *blue*



Mantel hifa ektomikoriza pd akar *Populus tremuloides*, yg diwarnai dgn pewarna chlorazol *black E*

Struktur diagnostik kolonisasi fungi ektomikoriza di akar ~ mantel hifa



Potongan melintang ektomikoriza pada akar *Pseudotsuga menziesii* dengan fungi *Rhizopogon colossus*. Mantel fungi ditunjukkan hifa berwarna coklat di sekeliling akar.

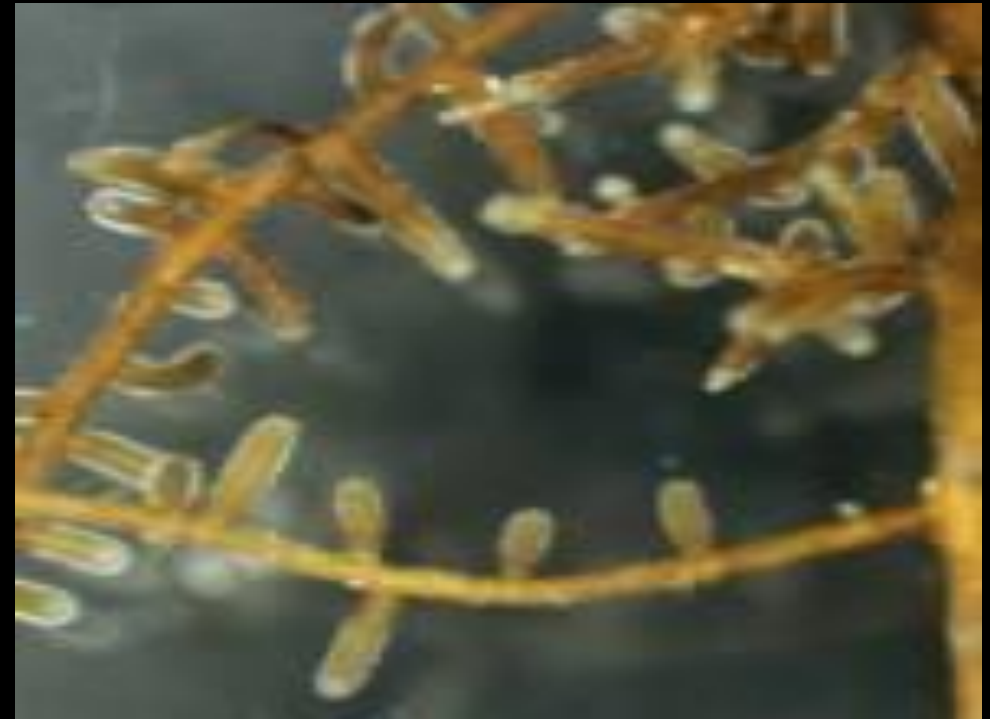


Mantel fungi ektomikoriza *Hebeloma mesophaeum* yang mengelilingi akar semai cemara. Mantel fungi ditunjukkan miselia berwarna putih.

Struktur diagnostik kolonisasi fungi ektomikoriza di akar ~ mantel hifa

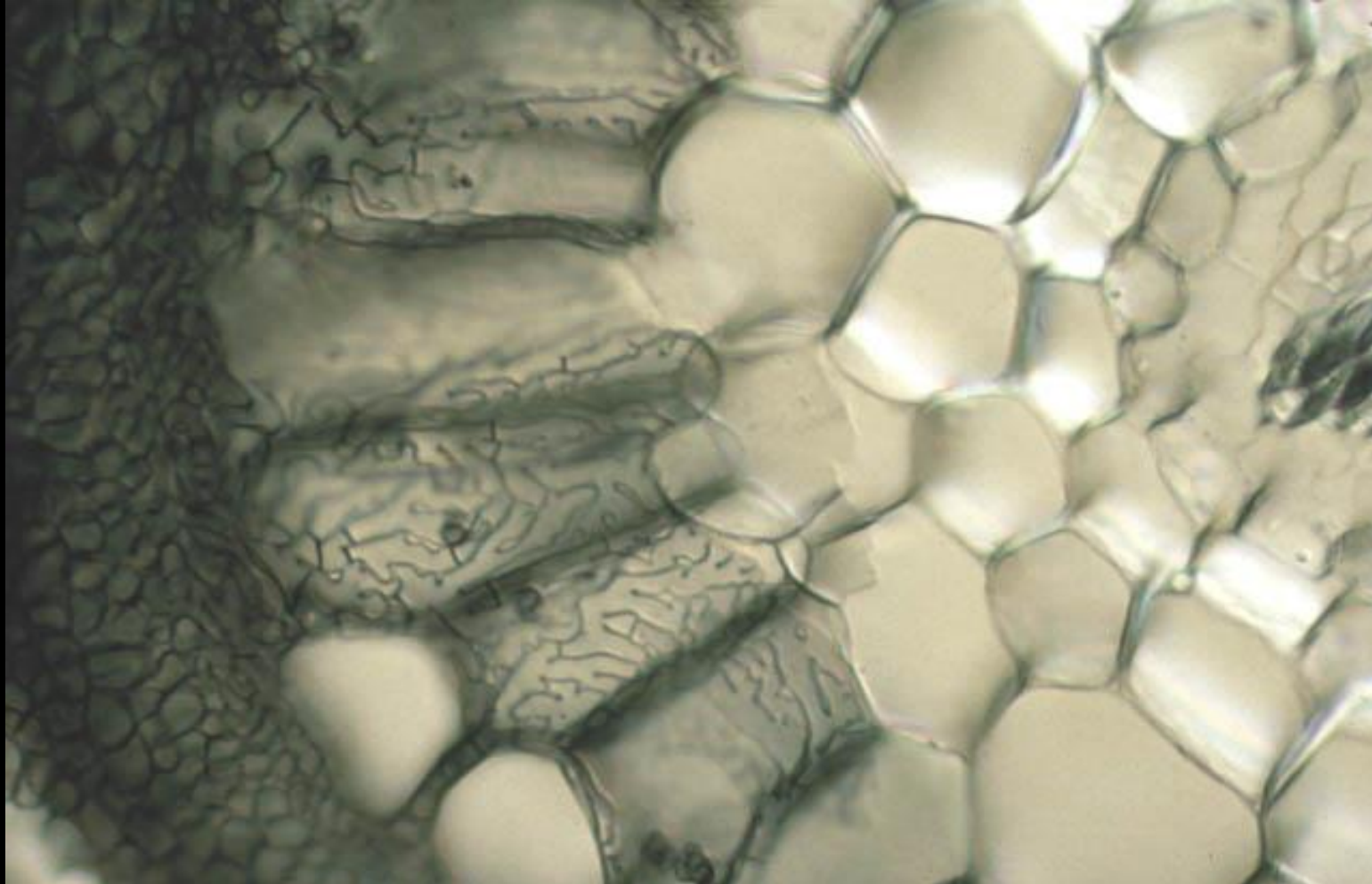


Asosiasi EM pada semai *Eucalyptus globulus* dgn fungi *Laccaria* sp. yg ditumbuhkan dlm pot campuran di persemaian.



Akar berektomikoriza pada *Pinus abies*. Ujung akar yg dikolonisasi lebih besar karena diselimuti oleh mantel hifa

Struktur diagnostik kolonisasi fungi ektomikoriza di akar ~ *Hartig net*



Hartig *net* (jala
Hartig) di dalam
akar *Populus
tremuloides*

C. Struktur dan Tingkat Perkembangan Ektomikoriza

1. Sistem akar

Ektomikoriza terbentuk krn sinkronisasi pertumbuhan tanaman inang dgn fungi yg cocok jika kondisi lingkungan dlm keadaan sangat sesuai.

Tahapan formasi EM dapat dijelaskan sbb:

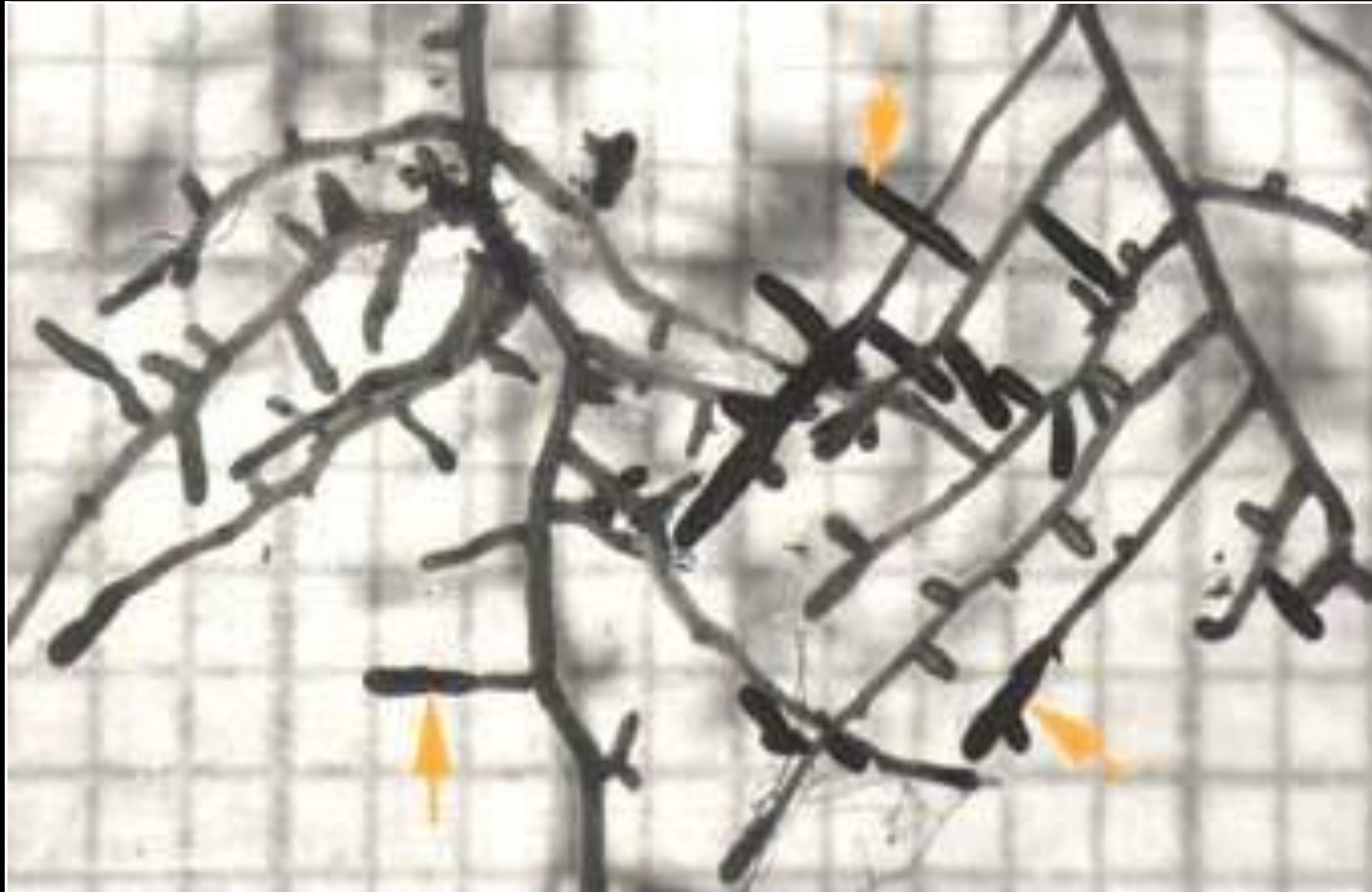
- Kebanyakan tanaman dgn EM memiliki perakaran dgn pola percabangan akar lateral yg termodifikasi. Pola ini disebut dgn *heterorhizy*, terdiri dr akar lateral pendek (disbt akar pendek) yg didukung oleh jaringan akar panjang.
- Akar panjang dan pendek dalam sistem akar *heterorhizy* secara fundamental sama dalam hal struktur, meskipun secara normal pertumbuhan akar pendek jauh lebih lambat dibandingkan dengan akar panjang.

1. Sistem akar

Tahapan formasi EM dapat dijelaskan sbb: *(lanjutan)*

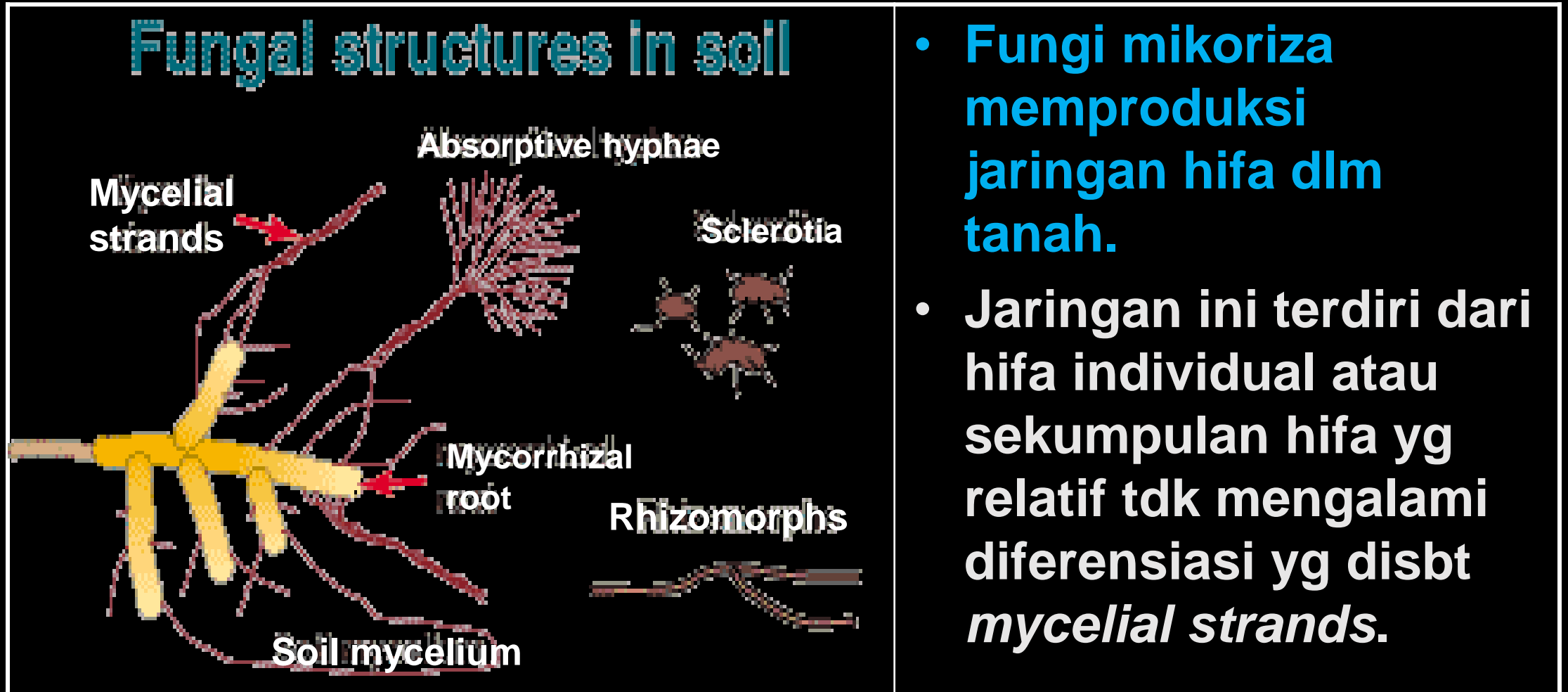
- Pertumbuhan akar pendek yang terbatas ini sangat bermanfaat bagi EM untuk membentuk asosiasi, karena fungi EM memiliki kesulitan mengkolonisasi akar yang pertumbuhannya cepat.
- Dengan demikian pohon-pohon dengan EM membutuhkan sejumlah akar lateral yang pertumbuhannya lambat. Akar panjang sejumlah spesies membentuk peridermis secara cepat yang berakibat terhambatnya pembentukan mikoriza.

1. Sistem akar



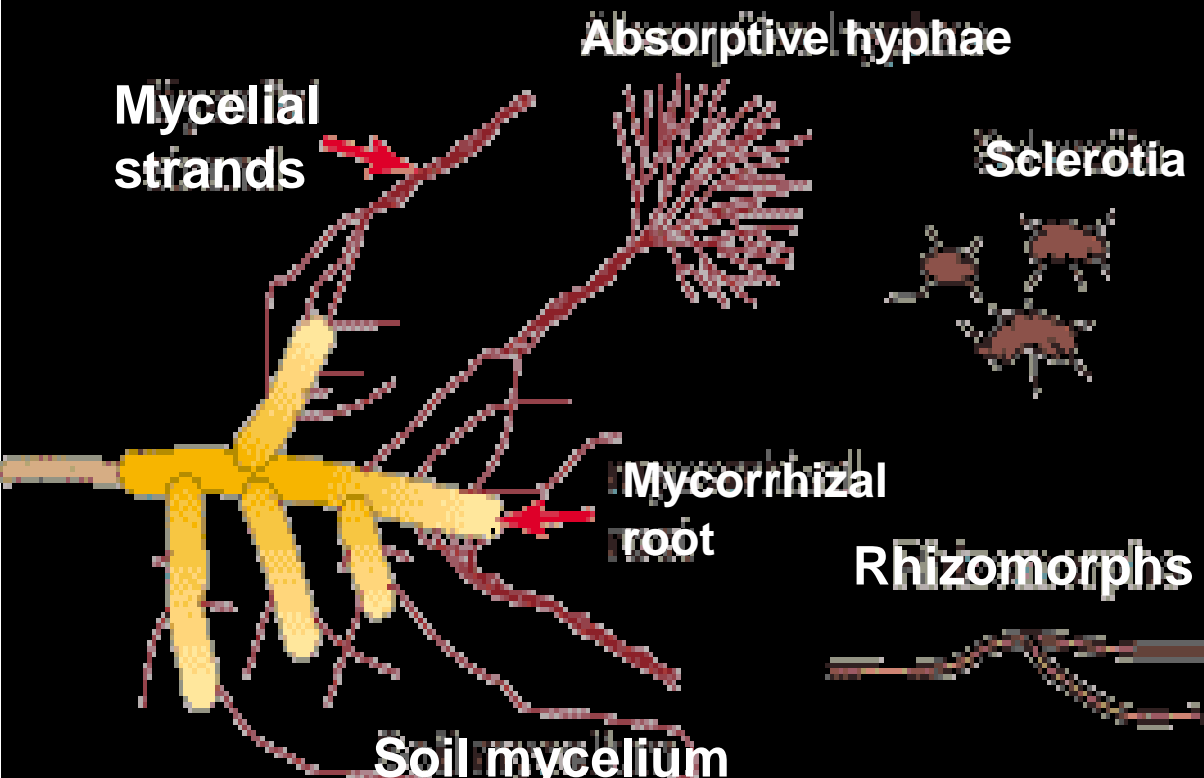
Contoh akar pendek (panah) pohon angiosperma birch (*Betula alleghaniensis*), yg berasosiasi dgn EM. Akar-akar pendek lebih tebal dari akar lateral lainnya dikarenakan mantel dan Hartig *net*.

2. Hifa EM dalam tanah



2. Hifa EM dalam tanah

Fungal structures in soil



The diagram illustrates various fungal structures in soil. It shows a central brown root system with several yellow mycelial strands extending from it. From these strands, numerous thin, reddish-brown absorptive hyphae branch out. To the right, there are dark brown, irregularly shaped sclerotia. Below the main root system, there are thick, yellowish, root-like structures labeled as rhizomorphs. At the bottom, a dense network of reddish-brown hyphae is labeled as soil mycelium. Red arrows point to the mycelial strands and the mycorrhizal root.

- Sejumlah fungi memproduksi rizomorf, yg mengandung *conducting hyphae* yg spesifik disbt *sclerotia*, yg mrpk struktur penyimpan yg resisten.
- Hifa tanah selain berfungsi sbg penyerap hara, juga merelokasi sumber hara tsb utk keperluan reproduksi atau pertukaran mikoriza dan berfungsi sbg propagul utk mempertahankan hidupnya dan penyebaran fungi.

2. Hifa EM dalam tanah



Hifa spesies *Pisolithus* yg ditumbuhkan pd Petri dish yang membentuk EM dgn *Eucalyptus grandis* (panah).

(Bar = 1 cm)



Akar pendek *Eucalyptus globulus* yg bersimbiosis dgn fungi EM yg memiliki hifa eksternal relatif tebal berwarna hitam (panah).

(Magnification = approx. 40x)

2. Hifa EM dalam tanah



Ektomikoriza dikotom (bagian atas) dan *mycelial strands* (bagian bawah) dari fungi *Amanita muscaria* pada *Pinus strobus*



Ektomikoriza yg dibentuk oleh fungi *Pisolithus* pada *Eucalyptus*

E. Ektomikoriza sebagai Agens Hayati

Pembuatan inokulum ektomikoriza

1. Isolasi fungi ektomikoriza
2. Morfologi & anatomi ektomikoriza dan fungi ektomikoriza
3. Formulasi inokulum: Pembuatan *alginate beads* spora
4. Formulasi inokulum: Pembuatan tablet spora

1. Isolasi fungi ektomikoriza

Isolasi dr tubuh buah
fungi yang berbentuk
pufball

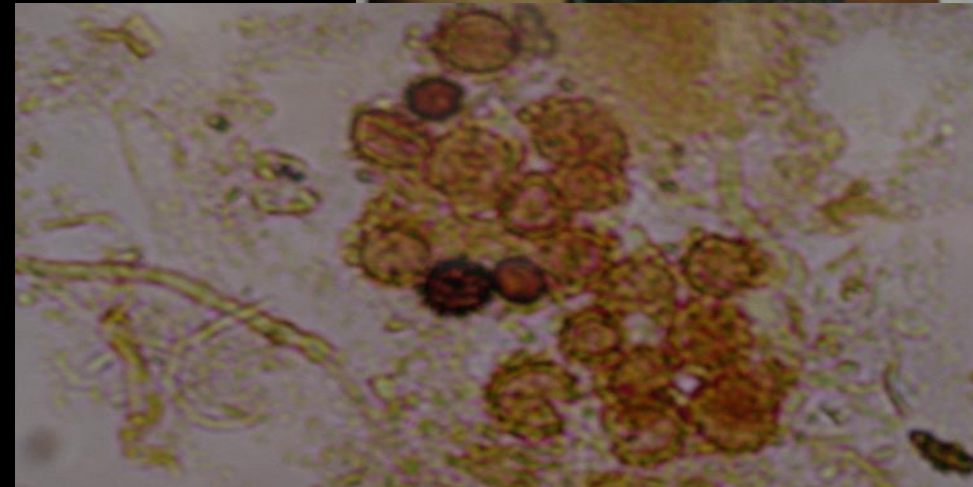
- sterilisasi permukaan
tubuh buah
- isolasi dari spora
- isolasi dari bagian
vegetatif



1. Isolasi fungi ektomikoriza

Isolasi dr tubuh buah jamur yang berbentuk *mushroom*

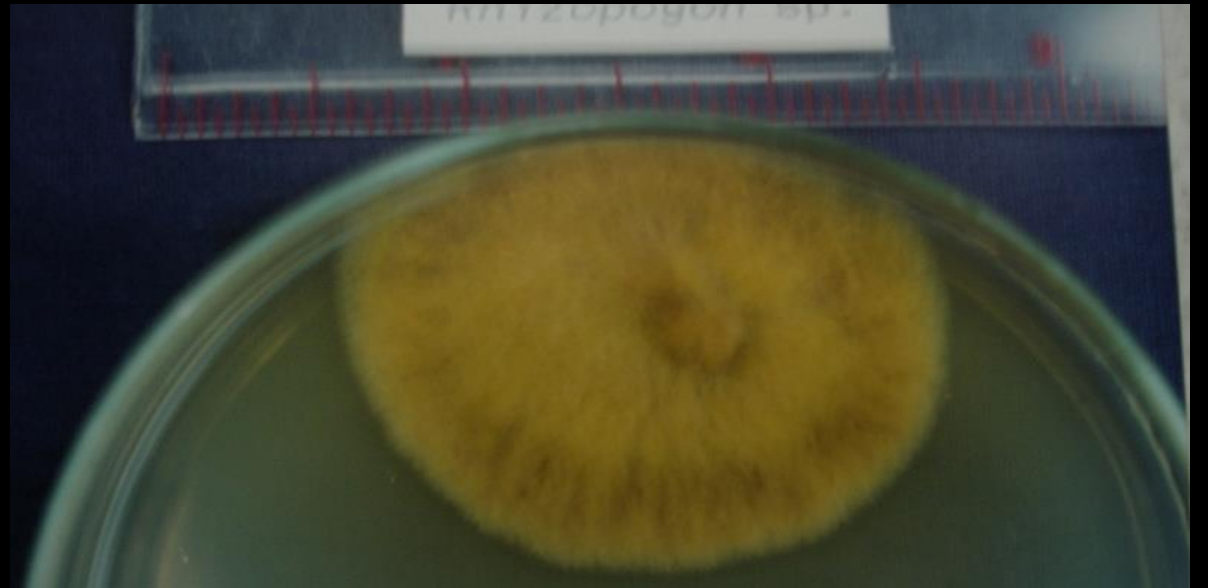
- sterilisasi tubuh buah
- isolasi dari bagian vegetatif
- isolasi dari spora
- teknik *spore print*



1. Isolasi fungi ektomikoriza

Dari akar bermikoriza (hifa)

- Sterilisasi
- Bahan isolat (spora atau hifa) ditumbuhkan untuk diperbanyak menggunakan media buatan (ex. PDA/potatto dextrose agar)



Formulasi inokulum: *alginate beads*

- Bahan:
 - suspensi spora : 2 g/L
 - sodium alginate : 15 g/L
- Suspensi spora dan sodium alginat dicampur dengan perbandingan 1:1 (v/v)
- Diteteskan dalam CaCl_2

Formulasi inokulum: Tablet

- Bahan:
 - Spora
 - Tanah liat
- Perbandingan → 1:20 (v/v)
- Dicetak

Pemanfaatan ektomikoriza secara sederhana

- Inokulum tanah → 10% media dari bawah (rizosfer) pohon bermikoriza
- Metode pohon induk → bibit yang telah bermikoriza ditanam di sekitar bedeng pembibitan
- Dengan spora → serbuk spora inokulasi langsung (5 g/L ditambah 2 tetes *tween-20*), tablet, kapsul, atau manik-manik alginat (dikembangkan di Litbang Hutan dan Biotrop)
- Miselia → ditumbuhkan pada media cair diblender lalu diinokulasikan 1 mL/bibit, atau diformulasikan menjadi manik-manik alginat, atau ditumbuhkan pada media padat (serbuk gergaji yang mengandung nutrisi) lalu diinokulasikan.



TERIMA KASIH