

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Fungi Mikoriza

Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) merupakan asosiasi antara fungi tertentu dengan akar tanaman dengan membentuk jalinan interaksi yang kompleks. Mikoriza berasal dari kata miko (mykes = fungi) dan rhiza yang berarti akar. Mikoriza dikenal dengan fungi tanah karena habitatnya berada di dalam tanah dan berada di area perakaran tanaman (rizosfer). Selain disebut sebagai fungi tanah, FMA juga biasa dikatakan sebagai fungi akar. Keistimewaan dari fungi ini adalah kemampuannya dalam membantu tanaman untuk menyerap unsur hara terutama unsur hara fosfor atau P (Syib'li, 2008).

Fungi Mikoriza Arbuskular merupakan tipe asosiasi mikoriza yang tersebar sangat luas dan ada pada sebagian besar ekosistem yang menghubungkan antara tanaman dengan rizosfer. Simbiosis terjadi di dalam akar tanaman yaitu fungi mengkolonisasi apoplast dan sel korteks untuk memperoleh karbon hasil fotosintesis dari tanaman.

Fungi Mikoriza Arbuskular termasuk fungi divisi Zygomycetes, famili Endogonaceae yang terdiri dari genus *Glomus*, *Entrophospora*, *Acaulospora*, *Archaeospora*, *Paraglomus*, *Gigaspora* dan *Scutellospora*.

Berdasarkan struktur dan cara fungi menginfeksi akar, mikoriza dapat dikelompokkan ke dalam tiga tipe yaitu ektomikoriza, endomikoriza, dan ektendomikoriza. Jenis ektomikoriza mempunyai sifat antara lain akar yang kena infeksi membesar, bercabang, rambut-rambut akar tidak ada, hifa menjorok ke luar dan berfungsi sebagai alat yang efektif dalam menyerap unsur hara dan air. Hifa fungi tidak masuk ke dalam sel tetapi hanya berkembang di antara dinding-dinding sel jaringan korteks membentuk struktur seperti pada jaringan hartiq. Fungi jenis endomkoriza memiliki jaringan hifa yang masuk ke dalam sel kortek akar dan membentuk struktur yang khas berbentuk oval yang disebut vesikular dan sistem percabangan hifa yang disebut arbuskul, sehingga endomikoriza disebut juga vesikular-arbuskular mikoriza. Sedangkan ektendomikoriza merupakan bentuk antara (intermediet) kedua mikoriza yang lain. Ciri-cirinya antara lain adanya selubung akar yang tipis berupa jaringan Hartiq, hifa dapat menginfeksi dinding sel korteks dan juga sel-sel korteknya. Penyebarannya terbatas dalam tanah-tanah hutan sehingga pengetahuan tentang mikoriza tipe ini sangat terbatas (Brundrett, 2004).

2.2 Sifat-sifat Fungi Mikoriza

Fungi mikoriza arbuskular tergolong ke dalam endomikoriza, membentuk organ-organ khusus dan mempunyai perakaran yang spesifik yaitu arbuskul, vesikular, dan spora.

2.2.1 Vesikular

Vesikular merupakan struktur fungi yang berasal dari pembengkakan hifa internal, berbentuk bulat telur yang berukuran 30-50 μm – sampai 80 μm - 100 μm , dan berisi banyak senyawa lemak sehingga merupakan organ penyimpanan cadangan makanan dan pada kondisi tertentu dapat berperan sebagai spora atau alat untuk mempertahankan kehidupan fungi. Jika suplai metabolik dari tanaman inang berkurang, maka cadangan makanan itu akan digunakan oleh fungi sehingga vesikular mengalami degenerasi (Brundrett, 2004).

Tipe FMA yang bervesikular memiliki fungsi yang paling menonjol dari tipe fungi mikoriza lainnya. Hal ini dimungkinkan karena kemampuannya dalam berasosiasi dengan hampir 90% jenis tanaman, sehingga dapat digunakan secara luas untuk meningkatkan ketahanan tanaman (Brundrett, 2004).

2.2.2 Arbuskular

Fungi mikoriza arbuskular di dalam akar membentuk struktur khusus yang disebut arbuskular. Arbuskular merupakan hifa yang bercabang halus yang dibentuk oleh percabangan dikotomi yang berulang-ulang sehingga menyerupai pohon di dalam sel inang. Struktur ini mulai terbentuk 2-3 hari setelah infeksi, dimulai dengan penetrasi cabang hifa lateral yang dibentuk oleh hifa ekstraseluler dan intraseluler ke dalam dinding sel inang (Brundrett, 2004).

Arbuskular merupakan percabangan hifa yang masuk ke dalam sel tanaman inang. Arbuskul dianggap aliran hara dua arah antara simbion fungi dan tanaman inang (Pattimahu, 2004).

Dengan bertambahnya umur, arbuskular berubah menjadi suatu struktur yang menggumpal dan cabang-cabang pada arbuskular tidak dapat dibedakan lagi. Pada akar yang telah dikolonisasi oleh FMA dapat dilihat berbagai arbuskular dewasa yang dibentuk berdasarkan umur dan letaknya. Arbuskular dewasa terletak dekat pada sumber unit kolonisasi tersebut (Pattimahu, 2004).

2.2.3 Spora

Spora terbentuk pada ujung hifa eksternal. Spora ini dapat dibentuk secara tunggal, berkelompok atau di dalam sporokarp tergantung pada jenis fungsinya. Perkecambahan spora sangat sensitif tergantung pada lingkungan seperti pH, temperatur, dan kelembaban tanah. Spora dapat hidup di dalam tanah sampai beberapa tahun. Namun untuk perkembangan, FMA memerlukan tanaman inang. Spora dapat disimpan dalam waktu yang lama sebelum digunakan lagi (Mosse, 1981). Ukuran spora fungi sangat bervariasi dari sekitar 100 μm sampai 600 μm . Karena ukurannya yang cukup besar, maka spora ini dapat dengan mudah diisolasi dari dalam tanah dengan menyaringnya (Simanungkalit, 2004).

2.3 Manfaat Fungi Mikoriza

Tanaman yang bermikoriza tumbuh lebih baik dari tanaman tanpa mikoriza. Penyebab utama adalah mikoriza secara efektif dapat meningkatkan penyerapan unsur hara baik unsur hara makro maupun mikro. Selain itu, akar yang bermikoriza dapat menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan yang tidak tersedia bagi tanaman (Anas, 1997).

Tanaman yang bermikoriza lebih tahan terhadap kekeringan dari pada yang tidak bermikoriza. Rusaknya jaringan korteks akibat kekeringan dan matinya akar tidak

akan permanen pengaruhnya pada akar yang bermikoriza. Setelah periode kekurangan air (*water stress*), akar yang bermikoriza akan cepat kembali normal. Hal ini disebabkan karena hifa fungi mampu menyerap air yang ada pada pori-pori tanah saat akar tanaman tidak mampu lagi menyerap air. Penyebaran hifa yang sangat luas di dalam tanah menyebabkan jumlah air yang diambil meningkat (Anas, 1997).

Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan adanya simbiosis ini adalah:

(1) miselium fungi meningkatkan area permukaan akuisisi hara tanah oleh tanaman, (2) meningkatkan toleransi terhadap kontaminasi logam berat, kekeringan, serta patogen akar, dan (3) memberikan akses bagi tanaman untuk dapat memanfaatkan hara yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Gentili dan Jumpponen, 2006).

Anas (1997) mengungkapkan bahwa adanya mikoriza berpengaruh terhadap (1) adanya peningkatan absorpsi hara oleh tanaman, sehingga waktu yang diperlukan untuk mencapai akar lebih cepat, (2) meningkatkan toleransi terhadap erosi, pemadatan, keasaman, dan salinitas, dan (3) memperbaiki agregasi partikel tanah.

Penggunaan mikoriza lebih menarik ditinjau dari segi ekologi karena aman dipakai, tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Bila mikoriza tertentu telah berkembang dengan baik di suatu tanah, maka manfaatnya akan diperoleh untuk selamanya. Mikoriza juga membantu tanaman untuk beradaptasi pada pH yang rendah. Demikian pula vigor tanaman bermikoriza yang baru dipindahkan ke lapang lebih baik dari tanaman tanpa mikoriza (Anas, 1997).

2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Fungi Mikoriza

Banyak faktor abiotik yang menentukan perkembangan FMA. Faktor-faktor tersebut antar lain suhu, tanah, kadar air tanah, pH, bahan organik tanah, intensitas cahaya dan ketersediaan hara, logam berat dan fungisida.

Suhu. Suhu yang relatif tinggi akan meningkatkan aktivitas fungi. Untuk daerah tropika basah, hal ini menguntungkan. Proses perkecambahan dan pembentukan FMA melalui 3 tahap yaitu perkecambahan spora di tanah, penetrasi hifa ke dalam sel akar, dan perkembangan hifa di dalam korteks akar. Suhu optimum untuk perkecambahan spora sangat beragam tergantung pada jenisnya. Suhu yang tinggi pada siang hari (35°C) tidak menghambat perkembangan akar dan aktivitas fisiologi FMA. Peran mikoriza hanya menurun pada suhu diatas 40°C . Suhu bukan merupakan faktor pembatas utama bagi aktivitas FMA. Suhu yang sangat tinggi lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman inang (Mosse, 1981).

Kadar Air tanah. Untuk tanaman yang tumbuh di daerah kering, dengan adanya FMA sangat menguntungkan karena dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk tumbuh dan bertahan pada kondisi yang kurang air. Dengan adanya FMA dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air tanaman inang.

Mosse (1981) mengamati kenampakan aneh pada bibit tanaman alpukat (*Acacia raddiana*) yang dinokulasi dengan FMA. Pada tengah hari, saat kelembaban air rendah, daun bibit alpukat dengan FMA tetap terbuka sedangkan tanaman yang tidak dinokulasi tertutup. Hal ini menandakan bahwa tanaman yang tidak ber-FMA memiliki evapotranspirasi yang lebih besar dari tanaman ber FMA.

Meningkatnya kapasitas serapan air pada tanaman alpukat ber FMA menyebabkan bibit lebih tahan terhadap pemindahan.

pH tanah. Fungi pada umumnya lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Meskipun demikian, daya adaptasi masing-masing spesies fungi FMA terhadap pH tanah berbeda-beda karena pH tanah mempengaruhi perkecambahan, perkembangan, dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman (Mosse, 1981).

Bahan Organik. Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun tanah yang penting disamping bahan anorganik, air, dan udara. Jumlah spora FMA berhubungan erat dengan kandungan bahan organik di dalam tanah. Jumlah maksimum spora ditemukan pada tanah-tanah yang mengandung bahan organik 1-2 persen sedangkan pada tanah-tanah berbahan organik kurang dari 0.5 persen kandungan spora sangat rendah (Anas, 1997).

Residu akar mempengaruhi ekologi fungi FMA, karena serasah akar yang terinfeksi mikoriza merupakan sarana penting untuk mempertahankan generasi FMA dari satu tanaman ke tanaman berikutnya. Serasah tersebut mengandung hifa, vesikular dan spora yang dapat menginfeksi akar. Disamping itu juga, berfungsi sebagai inokulan untuk generasi tanaman berikutnya (Anas, 1997).

Cahaya dan Ketersediaan Hara. Anas (1997) menyimpulkan bahwa intensitas cahaya yang tinggi akan meningkatkan jumlah karbohidrat di dalam akar sehingga membuat tanaman lebih peka terhadap infeksi oleh cendawaan FMA.

Derajat infeksi terbesar terjadi pada tanah-tanah yang mempunyai kesuburan yang rendah. Pertumbuhan perakaran yang sangat aktif jarang terinfeksi oleh FMA.

Jika pertumbuhan dan perkembangan akar menurun, maka infeksi FMA meningkat.

Peran mikoriza yang erat dengan penyediaan P bagi tanaman menunjukkan keterikatan khusus antara mikoriza dengan status P tanah. Pada wilayah beriklim sedang, konsentrasi P tanah yang tinggi menyebabkan menurunnya infeksi FMA yang mungkin disebabkan konsentrasi P internal yang tinggi dalam jaringan inang (Anas, 1997).

Beberapa spesies FMA diketahui mampu beradaptasi dengan tanah yang tercemar seng (Zn), tetapi sebagian besar spesies FMA peka terhadap kandungan Zn yang tinggi. Pada beberapa penelitian lain diketahui bahwa strain-strain FMA tertentu toleran terhadap kandungan Mn, Al, dan Na yang tinggi (Mosse, 1981).

Fungisida. Fungisida merupakan racun kimia yang dirakit untuk membunuh fungi penyebab penyakit pada tanaman. Di samping mampu memberantas fungi penyebab penyakit, fungisida Agrosan, Benlate, Plantavax meskipun dalam konsentrasi yang sangat rendah (2.5 µg per g tanah) menyebabkan turunnya kolonisasi FMA yang mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman dan pengambilan P (Manjunath dan Bagyaraj, 1984).

Pemakaian fungisida menjadi dilematis, di satu pihak jika fungisida tidak dipakai maka tanaman yang terserang fungi bisa mati atau merosot hasilnya, tetapi jika dipakai dapat membunuh FMA yang sangat berguna bagi pertumbuhan tanaman.

Pada masa depan perlu dicari satu cara untuk mengendalikan penyakit tanaman tanpa menimbulkan pengaruh yang merugikan terhadap jasad renik berguna di dalam tanah (Marx, 1982 yang dikutip oleh Anas, 1997).

2.5 Tanaman Inang

Mikoriza sebenarnya bukan merupakan jenis fungi yang sangat spesifik pada tanaman inang tertentu. Walaupun mikoriza dapat membentuk koloni pada hampir setiap tanaman inang tetapi satu spesies dapat lebih efisien membentuk asosiasi pada tanaman inang tertentu (Suhardi, 1989). Hal ini berhubungan dengan kecocokan mikoriza dengan tanaman inang yang mengeluarkan eksudat akar yang merupakan makanan bagi fungi.

Bagi tanaman inang, adanya asosiasi dengan fungi mikoriza dapat memberikan manfaat yang sangat besar bagi pertumbuhannya baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara tidak langsung fungi mikoriza berperan dalam perbaikan struktur tanah, meningkatkan kelarutan hara, dan proses pelapukan batu induk. Secara langsung, fungi mikoriza dapat meningkatkan serapan air, hara, dan melindungi tanaman dari pathogen akar dan unsur toksik (Subiksa, 2005).

Hampir semua tanaman pertanian akarnya terinfeksi fungi mikoriza. *Gramineae* dan *Leguminosae* umumnya bermikoriza. Jagung merupakan contoh tanaman yang terinfeksi hebat oleh mikoriza. Tanaman pertanian yang telah dilaporkan terinfeksi fungi mikoriza arbuskular adalah kedelai, barley, bawang, kacang tunggak, nenas, padi gogo, pepaya, selada, singkong dan sorgum. Tanaman

perkebunan yang telah dilaporkan akarnya terinfeksi mikoriza adalah tebu, teh, tembakau, palem, kopi, karet, kapas, jeruk, kakao, apel, dan anggur (Rao, 1994)

2.6 Media Tanam

Pemilihan media tumbuh dalam produksi inokulum FMA merupakan salah satu aspek paling penting dalam memperbanyak FMA. Dianjurkan menggunakan media yang sedikit mengandung unsur hara dengan kapasitas tukar kation (KTK) tinggi dan ketersediaan unsur P yang rendah serta bebas dari patogen. Media tanam dengan kandungan P tersedia yang tinggi akan menghambat kolonisasi dan produksi spora FMA (Subiksa, 2005).

Zeolit umumnya didefinisikan sebagai kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi, yang terbentuk dari tetrahedral alumina dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam. Secara empiris, rumus molekul zeolit adalah $M_{x/n} \cdot (AlO_2)_x \cdot (SiO_2)_y \cdot xH_2O$. Struktur zeolit sejauh ini diketahui bermacam-macam, tetapi secara garis besar strukturnya terbentuk dari unit bangun primer, berupa tetrahedral yang kemudian menjadi unit bangun sekunder polihedral dan membentuk polihendra dan akhirnya unit struktur zeolit (Situmeang, 2006).

Zeolit mempunyai sifat dehidrasi (melepaskan molekul H_2O) apabila dipanaskan. Pada umumnya struktur kerangka zeolit akan menyusut. Tetapi kerangka dasarnya tidak mengalami perubahan secara nyata. Molekul H_2O seolah-olah mempunyai posisi yang spesifik pada zeolit dan dapat dikeluarkan secara reversibel. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya.

Selain itu, kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi (Nuhamara, 1994)

Media zeolit tidak perlu disterilisasi dengan cara memberi perlakuan uap panas tetapi perlu dicuci untuk menghilangkan tepung zeolit yang halus. Jika tidak dicuci akan menyebabkan kondisi media tanam yang basah sehingga drainase kurang baik. Tepung zeolit tersebut selanjutnya masih menjadi kendala karena tepung zeolit akan mengeras jika telah kering sehingga aerasi untuk akar dan mikoriza berkurang (Sanusi, 2004).

Menurut Subiksa (2005), golongan pasir mencakup semua tanah yang pasirnya meliputi 70% atau lebih dari berat tanah itu. Sifat tanah semacam ini mencirikan sifat pasirnya. Lain halnya dengan golongan tanah yang lebih berat dan lebih lekat yang menunjukkan sifat kelempungan. Dua kelas khusus tersebut adalah pasir dan pasir geluhan. Pasir memiliki KTK 2-4 meq/100 g. Menurut Pattimahu (2004), pasir mempunyai kemampuan menahan air yang rendah dan daya pelulusan air yang besar. Hal ini karena ruang-ruang di antara butir-butir besar sehingga drainase dapat berjalan dengan lancar dan lalu lintas berjalan dengan baik.