

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Dan Masalah

Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) adalah bentuk asosiasi atau simbiosis antara cendawan tanah dengan akar tanaman. Simbiosis ini bersifat saling menguntungkan karena cendawan memperoleh senyawa organik karbon dari tanaman inang dan sebaliknya cendawan membantu akar tanaman menyerap unsur hara yang tidak mobil di dalam tanah seperti P, Fe, dan Zn. Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) adalah kelompok penting dari mikroorganisme tanah yang dapat memberikan sumbangan substansial pada produktivitas dan kelestarian ekosistem. Di alam, CMA dapat di temukan hampir di semua komunitas tumbuhan, baik yang alami maupun yang dibudidayakan, akan tetapi jumlah, keragaman, dan tingkat infeksi propagul (spora, hifa dan vesikel) di dalam tanah beragam dan cenderung rendah. Hal ini dapat terjadi karena adanya kerusakan terhadap tanaman dan tanah, baik akibat proses alamiah maupun akibat aktivitas manusia seperti erosi, cara tanam monokultur, sistem bera, cara pengolahan tanah, pemadatan tanah, dan penggunaan bahan kimia seperti pupuk dan pestisida terutama fungisida (Rini dan Indarto, 2004).

Populasi CMA di dalam tanah ditentukan oleh faktor biotik (jenis tanaman inang, jenis CMA) dan abiotik (jenis tanah serta iklim). Setiap jenis CMA mempunyai sifat morfologi dan fisiologi yang berbeda sehingga sangat penting untuk mengetahui identitas jenis CMA yang ada. Disamping itu, walaupun CMA mempunyai sebaran inang yang luas tetapi mempunyai pengaruh yang spesifik terhadap tanaman yang dikolonisasi. Ketergantungan CMA pada tanaman inang sangat kuat walaupun tanaman inang tidak selalu mendapatkan keuntungan darinya. Asosiasi tanaman dengan CMA bisa bersifat mutualistik, netral, atau parasit tergantung pada faktor lingkungan. Dengan demikian hanya beberapa atau tidak semua CMA bermanfaat bagi tanaman inang (Marschner, 1995).

Kondisi lingkungan tempat jenis CMA diperoleh akan mempengaruhi fungsi dan kerjanya. Dengan kata lain sifat beberapa CMA dari spesies yang sama tetapi berasal dari ekosistem yang berbeda akan dipengaruhi oleh ekosistem asalnya. Sangatlah penting untuk membedakan suatu CMA yang berasal dari suatu ekosistem tertentu (isolat) dengan CMA dari ekosistem lainnya, sehingga efektivitas kerjanya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dapat lebih optimal (Clark, 1997 yang dikutip oleh Delfian, 2006).

Kelangkaan dan kekurangan isolat adalah salah satu faktor pembatas penggunaan CMA secara luas. Upaya untuk mendapatkan isolat dari suatu ekosistem tertentu dapat dimulai dengan melakukan eksplorasi CMA pada ekosistem tersebut. Kegiatan berikutnya adalah pemurnian isolat dari lapangan yang dilanjutkan dengan perbanyakan isolat yang sudah ada. Pengujian

dilakukan terhadap efektivitas dari isolat yang diperoleh pada berbagai faktor lingkungan. Tahap terakhir dilakukan perbanyakan inokulum dari isolat terpilih.

Penggunaan dua jenis lahan berbeda yang dipelajari pada penelitian ini adalah lahan yang tidak produktif (lahan semak) atau lahan yang ditanami sayuran. Pada lahan semak biasanya sudah lama ditinggalkan atau diberakan oleh pemiliknya yang bertujuan untuk mengembalikan kesuburan tanah tersebut serta menghindari serangan penyakit akibat digunakan secara terus menerus sehingga perlu memutus daur hidup patogen pada areal tanah tersebut.

Lahan tanaman sayuran yang diambil sampel tanahnya diusahakan oleh pemiliknya secara terus-menerus dengan cara pergiliran tanam. Untuk menghindari serangan hama dan penyakit, maka penanaman secara monokultur harus dilakukan. Dipilihnya lahan semak dan lahan yang ditanami tanaman sayuran dimaksudkan untuk membandingkan lahan mana yang lebih baik perkembangan spora serta keragamannya di alam di antara kedua ekosistem yang berbeda tersebut.

Vegetasi di lahan semak yang tidak pernah diolah selama rata-rata lebih dari 10 tahun didominasi oleh beberapa tanaman yaitu kopi (*Coffea* sp.), gemelina (*Gemelina aborea*), cengkeh (*Eugenia aromatica*), sengon (*Albizia chinensis* Merr.), bendo (*Arthocarpus elastica*), kayu afrika (*Maesopsis eminii*), kemiri (*Aleurites moluccana* Wild.) serta gulma yang terdapat di sekeliling monolit didominasi oleh jenis alang-alang (*Imperata cylindrica*), harindong merah (*Melastoma malabatricum*), harindong (*Melastoma setigerum*), rumput merdeka

(*Eupatorium ororatum*), bandotan (*Ageratum conyzoides*), kawatan (*Cynodon dactylon*). Jenis Vegetasi yang terdapat di sekeliling tanaman sayuran antara lain adalah aren (*Arenga pinata*), bendo (*Arthocarpus elastica*), bambu (*Bambusa spp*), pisang (*Musa sp*), kemiri (*Aleurites moluccana* Wild), kakao (*Theobroma cacao*), cemara (*Casuarina spp*), kayu manis (*Cinnammomum burmanii*) dan lamtoro (*Leucaena leucocephala*). Sedangkan gulma yang terdapat di sekitar monolit adalah sentrongan (*Gyanura aurantiaca*), teki (*Cyperus rotundus*), bandotan (*Ageratum conyzoides*), wulangan (*Eleusine indica*), bayaman (*Amaranthus sp*), kucingan (*Acalypha indica*) dan alang-alang (*Imperata cylindrica*). Pada lahan ini sistem pergiliran tanaman digunakan untuk mengurangi serangan hama dan penyakit tanaman dan hara tanah yang terkikis akibat erosi dan terangkut saat panen.

Hasil analisis kimia tanah menunjukkan bahwa lahan semak mempunyai persentase N yang paling tinggi yaitu sebesar 0,21 % dibandingkan pada lahan sayur 0,15% (Tabel 1). Kandungan P paling tinggi ditemukan pada lahan sayur yaitu sebesar 35,68 ppm serta yang terendah pada lahan semak sebesar 7,94 ppm. Untuk nilai K-dd, terlihat lahan sayur lebih tinggi hasilnya yaitu 0,53 C mol c(+)/kg dibandingkan pengukuran pada lahan semak 0,40 (C mol c(+)/kg. Kandungan C -organik pada lahan sayur lebih tinggi dengan rerata sebesar 1,09 % dibandingkan lahan semak hanya sebesar 1,83%.

Tabel 1. Hasil Analisis Kimia Tanah Awal sebelum di Kultur Traping

Kode sampel	Semak	Rerata
N (%) Kjeldahl	0,21	0,15
P (ppm) Bray-1	7,94	35,68
K _{dd} (Cmol _{c(+)} /kg)	0,40	0,53
C-org. (%)	1,83	1,09

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah yang telah dikemukakan,

maka perumusan masalah yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Apakah dengan sistem penggunaan lahan berbeda dapat mempengaruhi populasi mikoriza endogenus di dalam tanah ?
2. Apakah dengan sistem penggunaan lahan berbeda dapat mempengaruhi keanekaragaman CMA?
3. Tanaman inang jagung, sorgum, *Centrocema pubescen* CP, *Calopogonium mucunoides* CM serta *Pureraria javanica* PJ yang manakah paling sesuai untuk perbanyak CMA di lahan sayuran dan di lahan semak?
4. Media manakah (zeolit, gambut atau pasir) yang paling cocok untuk perbanyak CMA dari lahan sayuran dan lahan semak?
5. Apakah keberhasilan tanaman inang bersimbiosis dengan CMA dan menghasilkan spora ditentukan oleh media yang digunakan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah, penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menghitung populasi mikoriza pada lahan sayuran dan pada lahan semak sebelum dan setelah trapping.
2. Menentukan keanekaragaman CMA di dalam tanah pada lahan sayuran dan lahan semak.
3. Menentukan tanaman inang yang paling cocok untuk perbanyak CMA dari lahan sayuran dan lahan semak.
4. Menentukan media yang paling cocok untuk perbanyak CMA dari lahan sayuran dan lahan semak.
5. Menentukan apakah keberhasilan tanaman inang bersimbiosis dengan CMA dalam menghasilkan spora ditentukan oleh media yang digunakan.

1.4 Manfaat Penelitian

Bagi peneliti dan ilmuwan, penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui teknik perbanyak CMA yang efisien dengan menggunakan kultur pot. Bagi pemerintah, penelitian ini juga dilakukan untuk dapat memberikan manfaat dalam menyediakan pupuk hayati untuk pengembangan sistem pertanian berkelanjutan secara organik yang ramah lingkungan.

1.5 Kerangka Teoretis

1.5.1 Landasan teori

Dalam rangka menyusun penjelasan teoretis terhadap pertanyaan yang telah dikemukakan, penulis menggunakan landasan teori sebagai berikut:

Cendawan mikoriza arbuskula di alam dapat ditemukan hampir di setiap jenis tanaman, tetapi jumlah, keragaman, serta efektivitasnya di dalam tanah cenderung rendah akibat dari tindakan-tindakan pengrusakan alam dan tanah karena proses alamiah maupun akibat aktivitas manusia (Rini dan Indarto, 2004).

Produksi isolat mikoriza dapat dilakukan dengan metode kultur trapping dan metode spora tunggal. Ada beberapa hal yang mempengaruhi jumlah spora yang dihasilkan jika menggunakan teknik ini yaitu jenis media yang digunakan serta kecocokan spora dengan jenis tanaman inang (Suhardi, 1989).

Sampai saat ini perbanyakan inokulum CMA dalam media aseptik masih sulit dilakukan (Menge, 1984; Varma dan Hock, 1998). Ada beberapa alasan untuk kesulitan tersebut, yaitu adanya kebutuhan metabolit esensial dari CMA yang belum diketahui atau bentuk dan jumlahnya belum tercukupi. Di samping itu CMA bersifat obligat sehingga inokulum CMA harus ditumbuhkan pada akar tanaman hidup yang cocok sebagai inangnya.

Kultur tanah dari lapangan sebaiknya tidak digunakan langsung untuk sumber inokulum karena biasanya mengandung banyak mikroorganisme yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, metode spora tunggal dianjurkan untuk memulai

produksi inokulum yang bebas dari semua organisme. Kultur CMA yang berasal dari spora tunggal lebih disukai karena kultur yang dihasilkan dari satu spora dapat menjamin kemurnian kultur dapat terjamin (Raschen dan Von Alten, 1992).

Untuk kegiatan produksi CMA, beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas inokulum yang dihasilkan harus diperhatikan. Faktor tersebut menurut Menge (1984) antara lain adalah: tanaman inang, media tumbuh, pemupukan, aerasi, pH, cahaya dan foto periode, suhu, dan pemakaian bahan kimia.

Tanaman inang yang akan digunakan harus mempunyai daya adaptasi yang baik, berasosiasi dengan CMA, cepat tumbuh dengan perakaran yang ekstensif, dan tidak rentan terhadap patogen. Karena sebagian besar tanaman berasosiasi dengan CMA, maka berbagai jenis tanaman dapat digunakan sebagai tanaman inang CMA. Menurut Vilarino *et al*, 1992 umumnya kesehatan tanaman adalah lebih penting daripada jenis tanamannya.

Pemilihan media tumbuh dalam produksi inokulum CMA merupakan salah satu aspek paling penting dalam memperbanyak CMA (Menge, 1984). Penggunaan media yang sedikit mengandung unsur hara dengan kapasitas tukar kation (KTK) tinggi dan ketersediaan unsur P yang rendah serta bebas dari patogen dianjurkan dalam memproduksi CMA. Media tanam dengan kandungan P tersedia yang tinggi akan menghambat kolonisasi dan produksi spora CMA (Copper, 1984). Media zeolit, vermikulit, gambut, serbuk gergaji, kulit kayu, perlite, batu apung atau campuran dari media-media tersebut baik digunakan dalam memproduksi cendawan mikoriza. Kandungan hara, khususnya P dalam media pertumbuhan dapat mempengaruhi perkembangan CMA (Douds dan Schenk, 1990).

Pada sektor pertanian, zeolit berperan menetralkan kemasaman tanah, meningkatkan aerasi tanah dan mengontrol pembebasan ion-ion Nitrogen (NH_4^+) dan Kalium (K^+) dari pupuk, melepaskan dan mengikat air secara reversibel, serta dapat menukar kation-kation yang menyusunnya tanpa mengubah bentuk asal (Sugiarto, 1999).

Pasir merupakan suatu jenis fraksi berukuran 0,05 – 2,0 mm dan berdasarkan sistim USDA, pasir dibedakan menjadi pasir yang sangat halus, halus, sedang, kasar, dan sangat kasar (Forth, 1984).

Selain media tanam, keberadaan fosfor tanah juga sangat mempengaruhi jumlah spora yang dihasilkan. Kandungan fosfor yang tinggi di dalam tanah maupun pada media buatan akan menghambat terbentuknya koloni CMA pada akar dan pada akhirnya akan mengurangi produksi spora (Suhardi, 1989).

Kesuburan tanah dan pH juga sangat berpengaruh terhadap kemampuan hidup CMA. Bila kondisi tanah atau media tanam terlalu subur maka fotosintat pada tanah akan berkurang sehingga pembentukan koloni dari akar mikoriza akan terhambat (Suhardi, 1989).

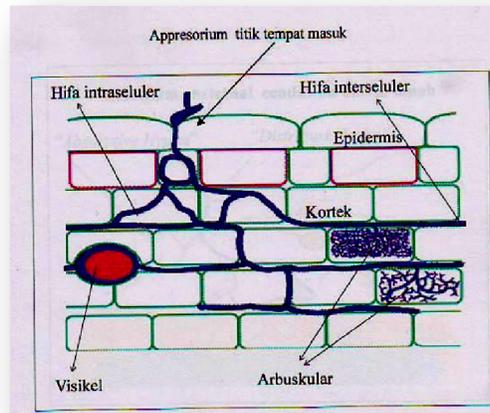
Kualitas inokulum CMA akan menurun pada kondisi tanah terlalu basah atau terlalu kering. Menurut Read dan Bowen (1979) yang dikutip oleh Menge (1984) bahwa kolonisasi maksimum dari CMA terjadi pada tekanan potensial air – 0,2 kPa dan kolonisasi akan menurun dengan berkurangnya potensial air. Sebaliknya bila air dijenuhkan maka kolonisasi CMA akan menurun sampai 50% dari kolonisasi maksimum.

Meningkatnya kolonisasi CMA adalah karena meningkatnya proses fotosintesis yang menyebabkan meningkatnya konsentrasi karbohidrat dalam akar dan meningkatnya senyawa-senyawa eksudat. Untuk memaksimalkan produksi inokulum CMA perlu memaksimalkan fotosintesis inang dengan meningkatkan intensitas dan periodisitas cahaya matahari (Ferguson dan Woodhead,1991; Menge,1984; Marschner,1995), akan tetapi fotoperiodisitas yang lebih lama dapat meningkatkan kolonisasi lebih besar daripada intensitas cahaya.

Pada tanah yang tidak diolah, jumlah spora yang dihasilkan akan berkurang dibandingkan dengan tanah yang diolah secara terus menerus. Pada tanah yang diolah terjadi pergantian akar dan kekeringan yang mengakibatkan seleksi dari CMA serta produksi dari spora akan lebih tinggi. Pada lahan semak yang tidak diolah pada bagian akar yang selalu tumbuh sepanjang tahun tanpa ada pergantian tanaman dan air tanah dan suhu yang konstan, tidak memicu terjadinya stress pada tanaman yang tumbuh di atasnya, maka produksi spora menjadi rendah (Suhardi, 1989).

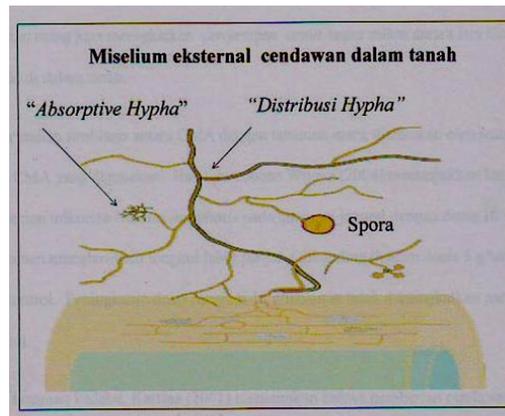
Proses infeksi akar oleh CMA dimulai dengan perkecambahan spora menghasilkan hifa yang masuk ke dalam sel epidermis akar dan selanjutnya berkembang secara interseluler dan intraseluler. Hifa intraseluler dapat menembus sel korteks akar dan membentuk hifa gelung (arbuskular) di dalam sel setelah hifa mengalami percabangan dikotomi berkali-kali dan akhirnya menjadi masa protoplasma berbutir-butir dan bercampur dengan protoplasma sel inang. Arbuskular berfungsi sebagai tempat terjadinya transfer hara dua arah antara cendawan dan inang (Harley dan Smith, 1983).

Struktur cendawan mikoriza yang berperan dalam kelangsungan simbiosis dengan tanaman inang adalah hifa intraseluler, hifa interseluler, arbuskular, dan vesikula yang terdapat dalam sel korteks akar (Gambar 1).



Gambar 1. Struktur CMA dalam akar (Brundrett dkk., 1996)

Pada sistem perakaran yang terinfeksi cendawan mikoriza akan muncul hifa eksternal yang menyebar di sekitar rizosfer dan berfungsi sebagai alat absorpsi unsur hara. Hifa eksternal ini berfungsi untuk memperluas sistem perakaran tanaman yang digunakan untuk menyerap unsur hara dan air serta mampu melarutkan fosfat dalam tanah yang semula berada dalam bentuk yang tidak dapat diserap oleh akar tanaman. Struktur hifa eksternal dalam tanah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur hifa eksternal dalam tanah (Brundrett dkk., 1996)

1.5.2 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan maka disusunlah kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoretis terhadap perumusan masalah sebagai berikut;

Inokulum CMA berupa spora diberikan kepada akar tanaman inang, kemudian spora akan berkecambah menjadi hifa dan membentuk apresorium untuk menempel pada sel epidermis akar, maka pada saat inilah simbiosis antar keduanya terbentuk. Setelah terjadi simbiosis, tanaman memberikan sebagian hasil fotosintat ke CMA sehingga memungkinkan hifa CMA berkembang dan dapat memperluas bidang penyerapan hara. Hifa CMA yang berkembang di luar akar (eksternal) akan menyerap unsur hara dan air tanah lalu mentranslokasikannya ke dalam akar melalui hifa internal. Sementara hifa CMA

yang berkembang di dalam akar (internal) akan berkembang secara interseluler dan intraseluler.

Secara interseluler, sebagian hifa akan membelah membentuk arbuskular dalam bentuk gelung-gelung hifa yang merupakan tempat pertukaran hara antara CMA dan tanaman. Secara intraseluler, hifa akan berkembang menjadi vesikular sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Tanaman inang yang ditanam pada media tanam zeolit akan mempunyai perakaran dan produksi CMA yang lebih baik jika dibandingkan dengan tanaman yang ditanam pada media gambut dan pasir. Hal ini karena pada media zeolit terhadap unsur hara yang diperlukan untuk akar sedangkan pada media gambut karena tanah memiliki pH yang masam maka sedikit spesies mikoriza yang dapat bertahan hidup pada kondisi masam serta proses dekomposisi yang lambat sehingga jumlah mikoriza pada jenis tanah ini menjadi sedikit. Sedangkan pada tanah pasir unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman tidak ada serta kemampuan menahan air rendah yang disebabkan oleh butir-butir partikelnya besar.

Pada tanah yang tidak diolah jumlah spora akan lebih sedikit dibandingkan tanah yang diolah atau tanah berumput. Pada tanah yang diolah karena adanya pergantian akar dan kekeringan akan mengakibatkan seleksi VAM dan produksi spora sedangkan pada tempat yang kurang diolah atau tanaman semak bagian akar yang tumbuh selalu ada sepanjang tahun kandungan air tanah dan suhu yang ada memadai sehingga produksi spora menjadi lebih rendah.

Kesuburan tanah dan pH mempengaruhi jumlah produksi spora yang terbentuk dan akhirnya akan berpengaruh terhadap kemampuan hidup spora. Tingkat kandungan fosfor dan nitrogen yang tinggi dalam tanah maupun di dalam media buatan biasanya akan menghambat terbentuknya koloni akar dan pada akhirnya akan mengurangi terbentuknya spora.

Perkembangan spora biasa terjadi karena reaksi terhadap pertumbuhan akar, tetapi produksi dari spora akan terjadi lebih banyak setelah akar lebih besar atau tanaman inang telah menjadi dewasa bahkan mendekati tua. Tanaman dengan akar yang besar dan kasar lebih bergantung pada mikoriza daripada tanaman dengan sistem perakaran dengan rambut akar yang banyak dan panjang. Tanaman jagung adalah jenis tanaman inang yang terbaik untuk dipakai karena memiliki kualifikasi yang sesuai untuk perbanyak spora CMA.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dibuat sesuai dengan landasan teori maka dibuat hipotesis sebagai berikut:

1. Populasi CMA pada lahan sayur lebih tinggi dibandingkan populasi di lahan semak.
2. Keanekaragaman CMA pada semak lebih tinggi dibandingkan pada lahan sayuran.
3. Tanaman inang jagung paling baik untuk memproduksi CMA.
4. Media yang terbaik untuk menghasilkan spora adalah zeolit.

5. Respon tanaman inang dalam menghasilkan spora ditentukan oleh media yang digunakan.