

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang dan Masalah**

Berbagai upaya perbaikan tanah ultisol yang mendominasi tanah di Indonesia berupa konservasi tanah dan air secara fisik, kimia, dan biologi telah banyak dilakukan. Sebagai upaya pelengkap dari usaha-usaha konservasi yang banyak menarik minat peneliti adalah penggunaan pupuk hayati. Pemanfaatan fungi mikoriza sebagai pupuk hayati diyakini mampu memperbaiki kondisi tanah dan yang paling utama meningkatkan penyerapan unsur hara tanaman.

Mikoriza adalah asosiasi mutualistik antara fungi tertentu dengan akar tanaman yang membentuk struktur simbiotik. Melalui simbiosis dengan tanaman, mikoriza berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, perlindungan terhadap penyakit, dan peningkatan kualitas tanah. Mikoriza juga merupakan jenis mikroba tanah yang mempunyai kontribusi penting dalam kesuburan tanah dengan jalan meningkatkan kemampuan tanaman dalam penyerapan unsur hara, seperti fosfat (P), kalsium (Ca), natrium (N), mangan (Mn), kalium (K), magnesium (Mg), tembaga (Cu), dan air. Hal ini disebabkan karena kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dapat memperluas bidang penyerapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melalui bulu-bulu akar tanaman (Talanca, 2010). Salah satu jenis mikoriza yang banyak dikembangkan adalah Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA). FMA merupakan fungi yang tidak bersekat dan

diklasifikasikan dalam Glomeromycota. Fungi Mikoriza Arbuskular memiliki miselium luar yang longgar yang berfungsi memperluas hifa ke dalam tanah di luar zona deplesi (Chatterjee *et al.*, 2012). FMA termasuk golongan endomikoriza merupakan fungi yang bersimbiosis dengan akar tanaman. Sebagian fungi ini membentuk vesikular dan arbuskular di dalam jaringan korteks akar tanaman sehingga disebut juga dengan fungi mikoriza vesikular arbuskular.

FMA merupakan jenis mikoriza yang paling berlimpah pada hampir semua komunitas terestrial alami dan membentuk asosiasi simbiosis obligat dengan tumbuhan *vascular*. FMA mengambil peran dalam proses pemeliharaan ekosistem dengan cara mendukung kemampuan tanaman dalam berbagai mekanisme; melindungi tanaman inang dari patogen tanah dan memperbaiki struktur tanah; membantu penyerapan air dan nutrisi; meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan pertumbuhan tanaman (Proborini *et al.*, 2013).

Cara yang paling umum dipakai dalam memproduksi inokulan FMA adalah dengan metode kultur pot yaitu FMA yang telah diketahui keefektifannya diinokulasikan pada tanaman inang tertentu pada medium padat yang steril (Simanungkalit, 2004).

Menurut Suhardi (1989), media tanam yang baik digunakan dalam memproduksi FMA adalah yang memiliki tekstur kasar, berpasir, dengan kapasitas tukar kation yang tinggi yang mampu mengurangi tersedianya P. Selain itu, perlu adanya pemilihan tanaman inang yang sesuai diantaranya adalah tanaman jagung (*Zea mays* L.) dan kudzu (*Pueraria javanica*).

Pemilihan tanaman inang yang tepat perlu diperhatikan karena adanya interaksi antara tanaman inang, jenis FMA, komposisi media dan iklim selama pertumbuhannya. FMA dalam asosiasinya mempunyai kisaran inang yang sangat luas, tetapi tingkat efektivitasnya berbeda. Beberapa jenis FMA tertentu menunjukkan spesifikasi untuk memilih dan berasosiasi dengan suatu jenis tanaman inang tertentu (Husna, 2004). Hoeksema *et al.* (2010) melaporkan bahwa tanaman C4 cenderung lebih responsif terhadap infeksi FMA daripada tanaman C3. Sebagai contoh, *Pueraria javanica* merupakan salah satu jenis tanaman C3 sehingga lebih tahan terhadap kelembaban dan suhu rendah dibandingkan dengan Sorghum ataupun jagung yang tergolong dalam kelompok tanaman C4 yang cenderung menghendaki radiasi (intensitas) panas yang cukup lama. Tanaman jagung serta *Pueraria javanica* dan zeolit merupakan tanaman inang dan media tanam yang baik untuk FMA (Sulistyaningsih, 2003).

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, perlu dilakukan suatu pendekatan berupa pengkayaan (*enrichment*) media tanam dengan tujuan untuk meningkatkan produksi FMA. Salah satu media tanam yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi inokulan mikoriza ini adalah vermikulit. Vermikulit adalah media yang mengandung senyawa kalium dan magnesium. Media ini mampu memegang banyak air dan membantu dalam drainase dan aerasi tanah, meskipun kurang tahan lama dari beberapa media lain, seperti pasir dan perlit (Hussain *et al.*, 2014). Vermikulit termasuk *phyllosilikat* atau grup silikat dari mineral-mineral yang dapat merangsang pertumbuhan maksimum akar. Apabila vermikulit dicampur dengan tanah berpasir akan mengakibatkan tanah pasir tersebut dapat menahan air dan udara yang dibutuhkan tanaman. Vermikulit

juga bersifat sangat ringan, mudah untuk ditangani dan bercampur dengan tanah, gambut, pupuk, pestisida dan herbisida. Melalui sifat-sifat tersebut, pendekatan yang diharapkan yaitu FMA mampu merespon media vermikulit sehingga produksi FMA dapat meningkat.

Berdasarkan latar belakang dan masalah di atas, maka dilaksanakan suatu penelitian untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan berikut.

1. Jenis tanaman inang manakah yang terbaik dalam memproduksi FMA?
2. Media manakah yang paling sesuai untuk memproduksi FMA?
3. Apakah jenis tanaman inang menentukan kombinasi media tanam yang terbaik untuk memproduksi FMA?
4. Media tanam manakah yang menghasilkan produksi spora FMA tertinggi untuk masing-masing tanaman inang?

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan identifikasi latar belakang dan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Menentukan jenis tanaman inang yang terbaik dalam memproduksi FMA.
2. Menentukan media yang paling sesuai untuk memproduksi FMA.
3. Mengetahui jenis tanaman inang menentukan kombinasi media tanam yang terbaik untuk memproduksi FMA.
4. Mengetahui media tanam yang menghasilkan produksi spora FMA tertinggi untuk masing-masing tanaman inang.

### 1.3 Landasan Teori

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

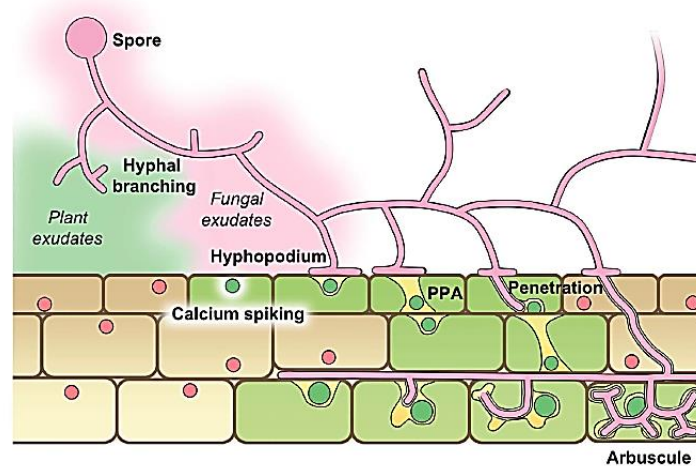
Penyediaan inokulum FMA dalam jumlah besar selalu menjadi kendala utama dalam pemanfaatan FMA sebagai pupuk hayati di lapangan. Penyebab sulitnya penyediaan FMA dalam jumlah banyak adalah karena fungi ini belum dapat ditumbuhkan dalam kultur buatan. Salah satu cara perbanyak FMA yang banyak dilakukan adalah dengan menggunakan kultur pot (Suhardi, 1989).

Fungi Mikoriza Arbuskular membentuk spora di dalam tanah dan dapat berkembang baik jika berasosiasi dengan tanaman inang. Asosiasi dimulai saat hifa di dalam tanah merespons akar diikuti pertumbuhan hifa, membangun suatu kontak dan tumbuh di sepanjang permukaan akar. Penetrasi akar dimulai dengan pembentukan apresorium pada permukaan akar oleh hifa eksternal. Hifa eksternal ini berasal dari spora yang berkecambah ataupun akar tanaman yang sudah terinfeksi. Hifa FMA akan masuk ke dalam akar menembus atau melalui celah antar sel epidermis, kemudian hifa aseptat akan tersebar baik secara interseluler maupun intraseluler di dalam sel korteks sepanjang akar. Kadang terbentuk jaringan hifa yang rumit di dalam sel-sel kortikal luar. Setelah proses-proses tersebut berlangsung, selanjutnya terbentuk arbuskula, vesikel, dan akhirnya spora (Brundrett *et al.*, 1996).

Pada sistem perakaran yang terinfeksi fungi mikoriza akan muncul hifa eksternal yang menyebar di sekitar rhizosfer dan berfungsi sebagai alat absorpsi unsur hara dan air. 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 (Brundrret, 2004).

Selain itu, hifa eksternal juga berfungsi untuk menghasilkan spora. Struktur hifa eksternal dalam tanah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur hifa eksternal dalam tanah (Brundrret, 2004).

Proses infeksi akar oleh FMA 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 fungi dan inang (Harley dan Smith, 1983).

Faktor biotik dan abiotik dapat mempengaruhi perkembangan dan penyebaran endomikoriza di alam (Smith dan Read, 1997). Faktor lingkungan abiotik mencakup faktor fisika-kimia antara lain: periode musim, perbedaan tempat, suhu, tekstur tanah, intensitas cahaya, kadar air tanah, bahan organik, dan ketersediaan hara-mineral tanah (Sieverding, 1991). Faktor lingkungan biotik adalah mikroorganisme tanah dan tanaman inang (Smith dan Read, 2008).

Pada faktor abiotik, perbedaan musim atau waktu (*temporal*) dan tempat (*spatial*) dapat mempengaruhi persentasi kolonisasi hifa, pembentukan arbuskular, vesikel endomikoriza pada akar-akar inangnya (Proborini, 1998; Reddy *et al.*, 1998). Menurut Oehl *et al.* (2006), eksplorasi spora dan jenis-jenis endomikoriza pada tanah dan rhizosfer tanaman inang yang dilakukan pada waktu atau musim yang berbeda akan memperlihatkan keberadaan atau kerapatan jumlah spora dan jenis-jenis endomikoriza yang berbeda karena keberadaan jenis-jenis mikoriza di alam sangat dipengaruhi oleh perbedaan musim, temperatur yang ekstrim (minus 5 °C atau diatas 40 °C), banyak sedikitnya curah hujan dan tekstur tanah pada daerah tersebut.

Perkembangan dan aktivitas fungi kelompok endomikoriza dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Menurut Smith *et al.* (2010), aktivitas dan perkecambahan spora endomikoriza di daerah tropis relatif lebih tinggi dibandingkan daerah sub-tropis karena daerah tropis memiliki kisaran suhu rata-rata diatas 28 °C dan endomikoriza relatif lebih tahan pada suhu yang cukup tinggi (30 -38 °C).

Menurut Widiastuti (2004), pada tanah dengan kondisi pH rendah (keadaan asam) dapat menghambat hifa eksternal endomikoriza untuk dapat mengabsorpsi P yang penting untuk germinasi spora mikoriza.

Intensitas cahaya yang tinggi, kekurangan nitrogen ataupun fosfor pada level/konsentrasi sedang juga akan meningkatkan jumlah karbohidrat di dalam akar sehingga tanaman lebih peka terhadap kolonisasi endomikoriza. Prosentase kolonisasi yang tinggi ditemukan pada tanah-tanah yang mempunyai kesuburan rendah (Smith *et al.*, 2010).

Jenis tanaman inang yang umum digunakan untuk memperbanyak spora adalah tanaman semusim karena cepat tumbuh dan menghasilkan banyak akar serabut dibanding tanaman perenial sehingga perbanyakkan endomikoriza tidak membutuhkan waktu lama (Widiastuti, 2004). Tanaman semusim seperti jagung dan Shorgum merupakan inang sangat kompatibel dengan endomikoriza (Simanungkalit, 2003; Hapsoh, 2008,) sehingga tanaman jagung dan shorgum merupakan inang yang digunakan untuk perbanyakkan spora endomikoriza (Widiastuti, 2004).

Jenis tanaman yang berbeda akan menunjukkan reaksi yang berlainan terhadap infeksi mikoriza dan secara tak langsung mempengaruhi perkembangan infeksi dan kolonisasi fungi mikoriza yang selanjutnya akan memengaruhi produksi spora. Perbedaan reaksi tersebut sangat dipengaruhi oleh aras kepekaan tanaman terhadap infeksi dan sifat ketergantungan tanaman pada mikoriza dalam serapan hara terutama di tanah yang kekurangan P. Kedua sifat tersebut ada kaitannya



dengan tipe perakaran dan keadaan fisiologi atau perkembangan tanaman (Sieverding, 1991).

Tanaman jagung merupakan inang yang cukup baik untuk perkembangan hifa mikoriza, karena jagung mempunyai pertumbuhan yang relatif lebih cepat, daya adaptasi tinggi terutama di lahan kering, serta sistim perakaran yang banyak (Sofyan, 2005).

*Pueraria javanica* merupakan tanaman penutup tanah dengan batang melilit atau merambat. Tanaman ini memiliki perakaran yang dalam dan mampu membentuk umbi, diameter pangkal batang bias mencapai 6 cm. Tanaman ini dimanfaatkan sebagai tanaman pencegah erosi, sumber pupuk hijau, pemberantas alang-alang dan pakan ternak (Purwanto, 2007).

Selain itu, pemilihan media tanam dalam produksi inokulum FMA juga merupakan salah satu aspek paling penting dalam memperbanyak FMA (Menge, 1984). Menurut Suhardi (1989), media tanam yang baik digunakan adalah yang memiliki tekstur kasar dan berpasir serta memiliki kapasitas tukar kation yang tinggi yang mampu mengurangi tersedianya P.

Pasir telah digunakan secara luas sebagai media perakaran stek karena media ini relatif murah, mudah tersedia dan bersih. Pasir tidak menyimpan kelembaban sehingga membutuhkan frekuensi penyiraman yang lebih tinggi. Penggunaan tunggal tanpa campuran dengan media lain membuatnya sangat kasar sehingga tidak memberikan hasil yang baik (Hartmann dan Kester, 1983).

Vermikulit adalah media anorganik steril yang dihasilkan dari pemanasan kepingan-kepingan mika serta mengandung kalium. Vermikulit dapat menyerap cairan seperti herbisida, dan insektisida, yang kemudian dapat diangkut sebagai padatan yang mengalir bebas (Harben dan Kuzvart, 1996). Pada sistem budidaya tanaman, vermikulit memiliki sifat yang sangat baik untuk meningkatkan aerasi tanah sementara tetap mempertahankan kelembaban dan nutrisi untuk akar dan pertumbuhan maksimum. Vermikulit juga mengandung unsur seperti amonium, kalium, kalsium dan magnesium sehingga dapat terus tersedia bagi pertumbuhan tanaman.

#### **1.4 Kerangka Pemikiran**

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan, berikut ini disusun kerangka pemikiran untuk memberi penjelasan teoretis terhadap perumusan masalah.

Spora yang terdapat dalam inokulum FMA yang diaplikasikan ke tanaman inang akan berkecambah dan mengeluarkan hifa yang kemudian masuk ke akar apabila kondisi di daerah rhizosfer sesuai atau cocok bagi FMA. Kondisi di daerah rhizosfer ditentukan oleh tanaman inang yang berhubungan dengan jumlah serta jenis eksudat yang dikeluarkan akar tanaman.

Pada keadaan tidak adanya tanaman inang, hifa yang terbentuk dari spora sebelum bersimbiosis berhenti tumbuh dan akhirnya mati. Jika ada akar tanaman inang, fungi melalui hifanya akan kontak dengan tanaman inang dan memulai proses simbiotik. Fungi menyempurnakan proses morfogenesis kompleks dengan memproduksi hifa intraseluler, vesikula dan arbuskular. Hifa fungi akan

berkembang dalam jaringan korteks akar, bercabang-cabang diantara sel korteks dan sebagian masuk ke dalam sel korteks. Hifa yang masuk ke dalam sel terus bercabang secara dikotomi disebut sebagai arbuskular, sementara hifa yang berkembang pada ruang antar sel ada yang menggelembung membentuk vesikular yang berisi cadangan makanan berupa lemak dan dapat dipergunakan untuk perkembangan FMA.

Selain berkembang di dalam akar, hifa juga ada yang berkembang di luar akar. Hifa ini berfungsi untuk menyerap unsur hara dari tanah kemudian ditranslokasikan melalui arbuskular yang merupakan tempat pertukaran unsur hara dari FMA dengan senyawa organik yang bersumber dari tanaman inang. Hifa di luar juga berfungsi sebagai organ reproduksi untuk menghasilkan spora. Jenis tanaman yang berbeda akan menunjukkan reaksi yang berlainan terhadap infeksi mikoriza dan secara tak langsung mempengaruhi perkembangan infeksi dan kolonisasi fungi mikoriza yang selanjutnya akan memengaruhi produksi spora. Perbedaan reaksi tersebut sangat dipengaruhi oleh aras kepekaan tanaman terhadap infeksi dan sifat ketergantungan tanaman pada mikoriza dalam serapan hara terutama di tanah yang kekurangan P. Kedua sifat tersebut ada kaitannya dengan tipe perakaran dan keadaan fisiologi atau perkembangan tanaman. Selain itu juga keberhasilan infeksi mikoriza tergantung terhadap tanaman yang memiliki perakaran yang banyak.

Tanaman jagung cenderung memiliki perakaran yang banyak dan berumur pendek ( $\pm$  3 bulan). Hal ini berbeda jika dibandingkan dengan kelompok tanaman penutup tanah atau LCC yaitu *Pueraria javanica* yang memiliki perakaran yang

cenderung lebih pendek dan berumur lebih panjang serta tidak sebanyak kelompok tanaman gramineae. Sehingga pendekatan morfologis ini dapat merujuk bahwa semakin banyak dan luas perakaran tanaman inang maka daya infeksi FMA akan semakin besar.

Selain itu, keefektifan perkembangan infeksi FMA juga ditentukan dengan jenis media tanam yang digunakan. Media tanam yang baik adalah yang memiliki tekstur kasar, berpasir, dengan kapasitas tukar kation yang tinggi yang mampu mengurangi tersedianya fosfor (P). Jenis dan sifat media tanam berperan dalam ketersediaan unsur hara dan air sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Perbedaan karakteristik media adalah dalam hal kandungan unsur hara dan daya mengikat air yang tercermin pada porositas, kelembaban, dan aerasi. Beberapa media tanam yang dapat digunakan adalah pasir dan vermikulit. Pasir banyak digunakan secara luas sebagai media perbanyakan FMA karena media ini relatif memiliki porositas yang tinggi. Akan tetapi pasir tidak menyimpan kelembaban sehingga membutuhkan frekuensi penyiraman yang lebih tinggi. Sehingga penggunaan tunggal tanpa campuran dengan media lain membuatnya sangat kasar sehingga tidak memberikan hasil yang baik.

Vermikulit merupakan salah satu media tanam yang memiliki kemampuan kapasitas tukar kation (KTK) yang tinggi, terutama dalam keadaan padat dan saat basah. Vermikulit mampu menyerap air dalam jumlah banyak dengan cepat serta mudah dikeringkan secara cepat. Sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan volume, drainase dan aerasi dari media perakaran. Akan tetapi media ini memiliki harga yang mahal.

Adanya perbedaan jenis dan sifat menurut keunggulan masing-masing media tanam, kombinasi atau pencampuran dari masing-masing media tanam merupakan metode yang tepat untuk menentukan kombinasi yang terbaik dalam mendukung produksi FMA dan pertumbuhan tanaman inang. Diharapkan jenis media tanam akan mampu mempercepat infeksi FMA pada perakaran tanaman inang jagung dan kudzu.

Secara umum harga pasir cenderung lebih murah dibandingkan dengan vermikulit yang lebih mahal akan tetapi memiliki kualitas yang lebih baik. Hal ini jelas berbeda karena melihat dari komposisi penyusun serta bahan pembentuk masing-masing partikel. Sehingga, perlu adanya penelitian yang berkaitan dengan menentukan kombinasi yang terbaik dari pasir dan vermikulit dalam memproduksi mikoriza agar menjadi lebih efisien.

### **1.5 Hipotesis**

Berdasarkan landasan teori dan kerangka pemikiran yang sudah dibuat, maka dapat tentukan hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. Tanaman jagung merupakan tanaman inang yang lebih baik dalam memproduksi FMA.
2. Media tanam terbaik yang mampu memproduksi FMA terdapat pada vermikulit 100%.
3. Kombinasi media tanam yang terbaik untuk memproduksi FMA ditentukan oleh jenis tanaman inang.