

## **I. PENDAHULUAN**

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

Kebutuhan pangan dari tahun ke tahun meningkat, hal ini sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang juga meningkat. Berbagai upaya dilakukan untuk meningkatkan produksi pangan yang berkesinambungan. Peningkatan produksi pangan dapat dilakukan dengan cara intensifikasi dan ekstensifikasi. Cara ekstensifikasi tidak mungkin lagi dilakukan karena jumlah lahan pertanian yang semakin menyempit. Maka salah satu cara untuk meningkatkan produksi adalah dengan cara intensifikasi.

Intensifikasi dilakukan dengan cara meningkatkan produktivitas lahan pertanian yang telah tersedia. Para ilmuwan terdahulu melakukan penambahan abu dan kapur untuk meningkatkan hasil, dan sekarang para ilmuwan melakukan penelitian dengan menambahkan mineral pada tanah pertanian untuk melihat pengaruh mineral-mineral yang ditambahkan. Dengan keberhasilan tersebut telah banyak pengetahuan tentang nutrisi tanaman (Widodo dan Marlin, 2006), dan sejak saat itu penggunaan pupuk untuk meningkatkan produksi secara besar-besaran dilakukan dalam upaya intensifikasi lahan pertanian.

Upaya intensifikasi ini juga mengalami hambatan seperti semakin kecilnya subsidi pemerintah terhadap sarana produksi pertanian seperti pupuk dan pestisida.

Penggunaan pupuk buatan serta input luar lainnya secara besar-besaran menyebabkan pencemaran sumber-sumber air yang berarti penurunan kualitas lingkungan (Pujianto, 2001). Masalah lain dari pupuk buatan yang digunakan selama ini adalah rusaknya struktur tanah akibat pemakaian pupuk buatan yang terus-menerus sehingga perkembangan akar tanaman menjadi tidak sempurna. Hal ini juga akan memberi dampak terhadap produksi tanaman yang diusahakan pada tanah yang biasa diberi pupuk buatan. Penggunaan pupuk buatan yang terus-menerus menyebabkan ketergantungan dan lahan lebih sukar untuk diolah (Naswir, 2003). Oleh sebab itu, perlu dicari suatu alternatif yang dapat menghemat atau mengurangi penggunaan pupuk buatan. Salah satu cara untuk menggantikan sebagian atau seluruh fungsi pupuk buatan tersebut adalah dengan memanfaatkan pupuk hayati berupa Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) (Husin dan Marlis, 2002).

Banyak penelitian yang membuktikan bahwa FMA mampu meningkatkan serapan hara, baik hara makro maupun hara mikro, sehingga penggunaan FMA dapat dijadikan sebagai alat biologis untuk mengurangi dan mengefisienkan penggunaan pupuk buatan. De La Cruz (1981) membuktikan bahwa FMA mampu menggantikan kira-kira 50% penggunaan fosfat, 40% penggunaan nitrogen dan 25% penggunaan kalium. Meningkatnya efisiensi pemupukan dengan adanya FMA di akar tanaman karena FMA dapat memperpanjang dan memperluas

jangkauan akar terhadap penyerapan unsur hara, maka serapan hara tanaman pun meningkat sehingga hasil tanam juga akan meningkat. Selain itu menurut Subiksa (2005), pemanfaatan FMA juga diyakini mampu memperbaiki kondisi tanah.

Rehabilitasi lahan kritis dapat dilakukan dengan tanaman bermikoriza, baik untuk tanaman pangan, perkebunan, maupun hutan tanaman industri.

Peranan FMA dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman tidak saja banyak dilaporkan dalam penelitian-penelitian dari berbagai negara tetapi juga beberapa tahun belakangan ini banyak laporan mengenai aplikasi dan usaha memproduksi inokulum FMA yang diusahakan secara komersil (Anas, 1997).

Cara yang paling umum dipakai dalam memproduksi inokulum FMA adalah dengan metode kultur pot yaitu FMA yang telah diketahui keefektifannya diinokulasikan pada tanaman inang tertentu yang ditanam pada medium padat yang steril. Metode ini dikembangkan oleh Mosse pada tahun 1953 yang menginokulasikan secara murni salah satu spesies *Endogone* (sekarang namanya *Glomus mosseae*) pada akar tanaman arbei yang tumbuh pada tanah steril di rumah kaca. Sampai sekarang metode ini masih tetap banyak digunakan untuk memproduksi inokulum FMA (Simanungkalit, 2004).

Menurut simanungkalit (2004), FMA hidup bersimbiosis dengan tanaman inang yang responsif dan memiliki perakaran banyak. Tanaman *Pueraria javanica* merupakan tanaman yang mempunyai perakaran banyak sehingga diharapkan semakin banyak tanaman inang akan semakin banyak akar yang dihasilkan sehingga produksi spora akan semakin banyak. Selain itu, dalam satu media yang terdapat banyak tanaman inang akan terjadi persaingan antar tanaman itu sendiri

sehingga menyebabkan tanaman stres. Kondisi tanaman yang stres sampai tingkat tertentu akan memacu perkembangan spora mikoriza. Perbedaan volume media yang digunakan dalam produksi spora mikoriza akan berpengaruh pada perkembangan mikoriza karena semakin besar volume media yang digunakan akan memperluas perakaran tanaman dan akan semakin banyak akar yang terinfeksi oleh mikoriza, sehingga akan semakin banyak pula spora yang dihasilkan.

Untuk memproduksi FMA yang akan digunakan sebagai inokulum di lapangan dalam bentuk pupuk hayati, diperlukan teknik yang paling sesuai terutama dalam penggunaan tanaman inang dan media tanam yang digunakan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan tanaman inang *Pueraria javanica* (PJ), yang diujikan pada media zeolit dan pasir agar dapat dilihat hasilnya apakah efektif untuk produksi inokulum FMA.

## **1.2 Perumusan Masalah Penelitian**

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah, penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Berapakah jumlah tanaman inang per pot yang paling sesuai untuk produksi FMA?
2. Bagaimanakah respon tanaman inang dalam memproduksi spora mikoriza terhadap setiap peningkatan volume media yang digunakan?
3. Volume media berapakah yang paling sesuai untuk produksi FMA?
4. Apakah jumlah tanaman inang per pot yang paling sesuai untuk produksi FMA ditentukan oleh volume media yang digunakan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah maka penelitian dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan jumlah tanaman inang per pot yang paling sesuai untuk memproduksi FMA.
2. Untuk mengetahui respon tanaman inang dalam memproduksi spora mikoriza terhadap setiap peningkatan volume media yang digunakan?
3. Untuk menentukan volume media yang paling sesuai untuk memproduksi FMA.
4. Untuk mengetahui apakah jumlah tanaman inang per pot yang paling sesuai untuk produksi FMA ditentukan oleh volume media yang digunakan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat dalam penyediaan pupuk hayati FMA untuk sistem pertanian organik yang ramah lingkungan dan upaya peningkatan produksi pertanian.

### **1.5 Kerangka Teoritis**

#### ***1.5.1 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 perbanyakan FMA yang banyak dilakukan adalah dengan menggunakan kultur pot (Suhardi, 1989).

Pembentukan dan perkembangan FMA dipengaruhi oleh berbagai faktor, misalnya suhu tanah dan intensitas cahaya, kemasaman tanah, kadar hara tanah, senyawa-senyawa kimia pertanian seperti pupuk, dan pestisida, jasad renik tanah dan hasil metabolisme tanaman inang (Smith dan Read, 1997)

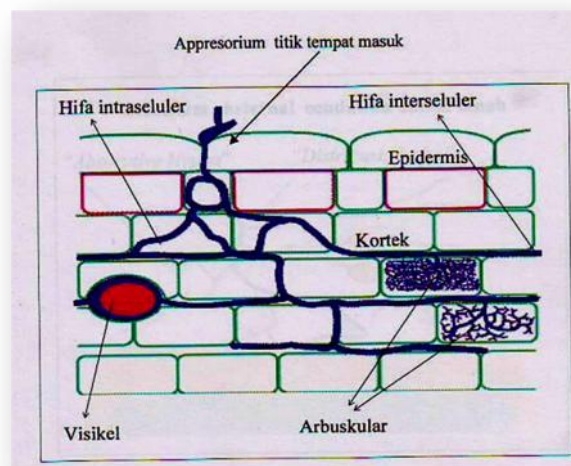
Kandungan fosfor dan nitrogen yang tinggi dalam tanah maupun dalam media buatan akan menghambat terbentuknya koloni akar dan pada akhirnya akan mengurangi terbentuknya spora. Pada kondisi tanah yang subur maka fotosintat pada akar akan berkurang yang mengakibatkan terhambatnya pembentukan koloni akar FMA (Suhardi, 1989).

Brown dan Gabor (1986) yang dikutip oleh Yusnaini (1998) menyatakan bahwa persen kolonisasi FMA pada akar tanaman kedelai tertinggi ditemukan pada kedelai yang diinokulasi *Rhizobium* tidak bersamaan dengan waktu inokulasi FMA.

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

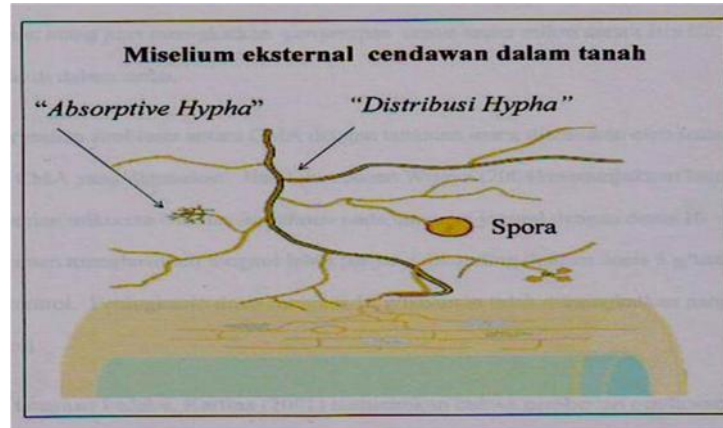
masa protoplasma berbutir-butir dan bercampur dengan protoplasma sel inang. Arbuskular berfungsi sebagai tempat terjadinya transfer hara dua arah antara fungi dan inang (Harley dan Smith, 1983).

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



Gambar 1. Struktur FMA dalam akar (Brundrett, 2004).

Pada sistem perakaran yang terinfeksi fungi mikoriza akan muncul hifa eksternal yang menyebar di sekitar rhizosfer 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. Selain itu, hifa eksternal juga berfungsi untuk menghasilkan spora. Struktur hifa eksternal dalam tanah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur hifa eksternal dalam tanah (Brundrett, 2004).

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

Kebanyakan tumbuhan yang mempunyai nilai ekonomi seperti Graminae dan Leguminosae umumnya bermikoriza. Tanaman legume pada umumnya terinfeksi lebih berat dibandingkan dengan sorghum (Imas *et al.*, 1989).

Daft dan El-Giahmi (1975) dalam percobaan mereka dengan tiga jenis kacang-kacangan mendapatkan adanya kenaikan bobot kering tanaman kacang tanah karena inokulasi FMA. Empat varietas kacang tanah yang diuji pada tanah Latosol Bogor memberikan respon yang berbeda terhadap inokulasi FMA (Simanungkalit



2004). Varietas Pelanduk memberikan respon yang paling besar dengan kenaikan bobot kering biji sebesar 26%. Krishna dan Bagyaraj (1984) menemukan adanya pengaruh sinergistik dari interaksi antara FMA dengan Rhizobium terhadap pertumbuhan kacang tanah.

Pemilihan media tumbuh dalam produksi inokulum FMA merupakan salah satu aspek paling penting dalam memperbanyak FMA (Menge, 1984).

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 (Cooper, 1984).

Semakin besar ukuran pot menambah kemungkinan terbentuknya jumlah produksi FMA lebih besar pula, ukuran pot 15.000 cm<sup>3</sup> ternyata memproduksi spora 90 kali lebih banyak dibandingkan dengan ukuran pot yang hanya 750 cm<sup>3</sup> (Siverding, 1991).

Semakin banyak tanaman inang maka semakin banyak jumlah akar yang dihasilkan sehingga akar yang terinfeksi oleh FMA pun semakin banyak dan menghasilkan hifa eksternal yang membentuk spora akan banyak pula.

### **1.5.2 Kerangka pemikiran**

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan, berikut ini disusun kerangka pemikiran untuk memberi penjelasan teoretis terhadap perumusan masalah. Inokulum FMA yang berupa spora 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 interseluler dan intraseluler, vesikula, dan arbuskula.

Hifa fungi akan mengisi korteks akar, bercabang-cabang diantara sel dan titik penetrasinya. Bentuk yang khusus pada fungi adalah struktur yang seperti "haustorium" (arbuskula atau kumparan hifa) di dalam sel korteks, dipisahkan dari sitoplasma inang oleh membran sel inang dan dinding sel fungi. 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.

Volume pot yang berukuran besar lebih banyak menghasilkan infeksi dan jumlah spora dibandingkan dengan volume pot yang berukuran kecil, hal ini dikarenakan volume pot yang kecil akan menyebabkan terhambatnya pembentukan akar serta makin sedikitnya eksudat akar yang dikeluarkan tanaman inang sehingga mengakibatkan terhambatnya perkembangan mikoriza. Semakin besar volume pot sampai batas tertentu, akar mempunyai ruang yang lebih luas untuk perkembangan serta makin banyak eksudat akar yang dikeluarkan tanaman inang sehingga memungkinkan infeksi FMA yang lebih luas.

Tanaman inang yang ditanam dalam jumlah yang sedikit akan menghasilkan infeksi akar dan jumlah spora yang sedikit, karena jumlah akar yang dihasilkan oleh tanaman sedikit sehingga hifa eksternal yang membentuk spora pun akan sedikit. Semakin banyak tanaman inang yang ditanam semakin banyak pula infeksi akar dan spora yang akan dihasilkan, hal ini dikarenakan dengan jumlah tanaman inang yang banyak sampai batas tertentu akan menghasilkan akar yang banyak pula sehingga hifa eksternal yang dikeluarkan oleh mikoriza akan membentuk spora yang banyak pula.

Tanaman inang dengan jumlah yang sama pada volume pot yang berbeda atau volume pot yang sama pada jumlah tanaman inang yang berbeda akan menghasilkan persen infeksi akar dan jumlah spora yang berbeda. Setiap volume pot memerlukan jumlah tanaman inang tertentu untuk menghasilkan infeksi akar yang tinggi dan selanjutnya produksi spora yang tinggi pula.

### ***1.5.3 Hipotesis***

Dari kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Semakin banyak tanaman inang sampai jumlah tertentu akan meningkatkan jumlah produksi FMA, peningkatan jumlah tanaman inang seterusnya akan menurunkan sampai jumlah tertentu produksi spora.
2. Semakin besar volume pot sampai volume tertentu akan meningkatkan jumlah produksi FMA, peningkatan volume media seterusnya akan menurunkan produksi spora.
3. Jumlah tanaman inang terbaik dalam memproduksi FMA ditentukan oleh volume pot yang digunakan.