

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Mikoriza merupakan suatu bentuk asosiasi mutualisme antara cendawan (*myces*) dan perakaran (*rhiza*) tumbuhan tingkat tinggi. Simbiosis mikoriza melibatkan pertukaran fotosintat dengan hara tanah melalui sistem perakaran dan mikoriza. Mikoriza membantu tanaman dalam meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan dan membantu penyerapan hara dan air melalui jaringan miselium dalam tanah (Smith dan Read, 2008). Mikoriza juga dapat melindungi tanaman dari cekaman hayati dan nir-hayati (Gianinazzi *et al.*, 2010).

Mikoriza dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu endomikoriza dan ektomikoriza (Kabirun, 1994). Namun, berdasarkan struktur dan cara fungi menginfeksi akar, mikoriza dikelompokkan ke dalam tiga tipe, yaitu: ektomikoriza, ektendomikoriza, dan endomikoriza. Fungi mikoriza arbuskular (FMA) merupakan salah satu jenis endomikoriza yang memiliki tingkat penyebaran tinggi, karena kemampuannya bersimbiosis dengan hampir 90% jenis tanaman (Cruz, Ishii, dan Kadoya, 2000 ).

Pengembangan FMA sebagai agen pupuk hayati yang mulai dipasarkan secara komersial dewasa ini semakin meningkat. Pupuk hayati ini memiliki keunggulan

yaitu, tidak menimbulkan efek residu pada lingkungan, perbanyak dan penggunaannya yang mudah, serta meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman di lahan kritis. Namun, masih perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui masa simpan dari inokulum FMA yang mengandung propagul yang berbeda.

Simanungkalit *et al.* (2006) menyatakan bahwa mutu produk pupuk hayati ditentukan oleh beberapa hal yaitu, jumlah populasi mikroba, efektivitas mikroba, bahan pembawa, dan masa kadaluwarsa (umur inokulan). Karakteristik pupuk hayati yang baik adalah apabila inokulan mikroba yang terkandung dalam pupuk hayati tersebut dapat memberi pengaruh positif terhadap tanaman yang diinokulasikan. Selain itu, pupuk tersebut dapat menyediakan jumlah populasi dan mempertahankan viabilitas mikoriza dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Waktu penyimpanan menyangkut umur inokulan apakah masih dapat digunakan. Bila masa kadaluwarsa ini lewat, mutu (keefektifan) inokulan tidak dijamin lagi, karena jumlah mikroba sudah tidak memenuhi syarat minimal lagi.

Spora-spora endomikoriza mampu bertahan di dalam tanah tanpa tanaman inang sampai 6 bulan, beberapa spesies seperti *Scutelospora* sp. dan *Gigaspora* sp. dapat bertahan satu sampai dua tahun (Brundrett *et al.*, 2008). Namun, kemampuannya bertahan di dalam tanah tanpa tanaman inang belum tentu memiliki daya infeksi yang tinggi dan efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman. Melati *et al.* (2011) menyatakan bahwa tingginya derajat infeksi akar tanaman inang oleh FMA tidak berarti efektif meningkatkan pertumbuhan dan produksinya akan lebih baik. Oleh

sebab itu, perlu dilakukannya penelitian mengenai pengaruh lama penyimpanan FMA terhadap daya infeksi dan efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman.

Pada penelitian ini digunakan *Gigaspora* sp. sebagai salah satu jenis FMA yang banyak digunakan pada beberapa tanaman komersial. Tanaman inang yang digunakan adalah tanaman jagung sebagai salah satu jenis tanaman inang FMA *Gigaspora* sp. yang terinfeksi hebat oleh mikoriza (Rahmawati, 2003), sehingga baik digunakan untuk melihat daya infeksi dan efektivitasnya.

Berdasarkan latar belakang dan masalah tersebut, perlu dilaksanakan suatu penelitian untuk menjawab beberapa permasalahan yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Apakah lama penyimpanan berpengaruh terhadap daya infeksi FMA *Gigaspora* sp. pada tanaman jagung.
2. Berapakah lama penyimpanan spora FMA *Gigaspora* sp. yang masih memiliki daya infeksi  $\geq 50\%$  dan efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah, tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah lama penyimpanan FMA *Gigaspora* sp. berpengaruh terhadap daya infeksi pada akar tanaman jagung.

2. Untuk menentukan berapa lamakah penyimpanan spora FMA *Gigaspora* sp. yang masih memiliki daya infeksi  $\geq 50\%$  dan efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung.

### 1.3 Landasan Teori

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

Tanaman yang diberikan FMA akan bersimbiosis mutualisme dengan FMA yang mengakibatkan pertumbuhan dan hasilnya meningkat. FMA akan membantu tanaman menyerap air, mineral, dan unsur hara terutama hara fosfor.

Fosfor merupakan salah satu unsur hara esensial bagi tanaman. Fosfor berfungsi sebagai katalis reaksi-reaksi biokimia penting dalam tanaman. Tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  yang terdapat dalam larutan tanah. P dapat berasal dari pelapukan batuan induk dari proses mineralisasi (P anorganik). Bentuk P anorganik ini sebagian besar berkombinasi dengan Al, Fe, Ca, dan juga berikatan dengan liat membentuk kompleks fosfat liat tidak larut, sedangkan P organik di dalam tanah sekitar 1% terdapat dalam mikroorganisme sehingga banyak tidak tersedia bagi tanaman. Tetapi hal ini dapat diatasi salah satunya dengan pemberian FMA. FMA memiliki enzim fosfatase yang dapat meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman (Hanafiah, 2007 dan Novriani, 2010).

Menurut Smith dan Read (2008), terdapat tiga mekanisme FMA dalam meningkatkan serapan P dan pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan tanaman,

yaitu (1) FMA memodifikasi kimia akar tanaman karena FMA dapat mengeluarkan enzim fosfatase dan asam-asam organik. Enzim fosfatase merupakan suatu enzim yang dapat memacu proses mineralisasi P anorganik dengan mengkatalis pelepasan P dari kompleks anorganik; (2) FMA memiliki hifa eksternal yang berfungsi sebagai perluasan akar dan memperpendek jarak difusi ion-ion fosfat sehingga proses difusi menjadi lebih cepat; dan (3) hifa FMA memiliki kemampuan untuk tumbuh melampaui zona deplesi dan mendistribusikan P ke akar tanaman.

Efektivitas FMA dipengaruhi oleh kesesuaian jenis genotip tanaman, suhu, media tanam, lama penyimpanan, dan daya kecambah. Lama penyimpanan akan menurunkan viabilitas spora FMA. Spora merupakan propagul yang mampu bertahan hidup lebih lama dibandingkan dengan hifa yang ada di dalam akar ataupun di dalam tanah. Spora terdapat pada ujung hifa eksternal dan dapat hidup selama berbulan-bulan, bahkan bertahun-tahun. Perkecambahan spora bergantung pada lingkungan, seperti pH, temperatur, dan kelembaban tanah serta kadar bahan organik (Smith dan Read, 2008).

Seperti halnya benih tanaman, semakin lama spora disimpan akan menurun viabilitasnya (Widodo, 1991). Hal ini terjadi karena tingkat vigor benih tidak dapat dipertahankan. Vigor benih adalah kemampuan benih menumbuhkan tanaman normal pada kondisi sub optimum di lapang, atau sesudah disimpan dalam kondisi simpan yang sub optimum dan ditanam dalam kondisi lapang yang optimum. Proses penuaan atau mundurnya vigor benih dapat dicirikan dengan menurunnya daya berkecambah, meningkatnya jumlah kecambah abnormal,

penurunan perkecambahan di lapangan, terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan, meningkatnya kepekaan terhadap lingkungan yang ekstrim sehingga menurunkan produktivitas di lapangan (Kuswanto, 1997). Penelitian Hariyanto, Wagiyana, dan Suharto (2010) tentang spora *Beauveria bassiana* memperlihatkan bahwa semakin lama disimpan dalam bubuk kering, spora mengalami penurunan daya kecambah. Viabilitas spora sangat mempengaruhi pertumbuhan berikutnya. Semakin banyak konidia berkecambah, semakin cepat pertumbuhan jamur tersebut (Prayogo *et al.*, 2005). Sehingga dapat disimpulkan bahwa spora FMA, apabila disimpan terlalu lama dapat menurunkan viabilitas yang berpengaruh terhadap keefektifannya pada tanaman inang.

Dengan tingginya viabilitas spora FMA akan meningkatkan daya infeksi dan efektivitasnya. Daya infeksi merupakan kemampuan hifa FMA dalam tumbuh dan berkembang dengan akar tanaman inang. Sedangkan, Efektivitas adalah kemampuan FMA dalam menginfeksi akar dan meningkatkan pertumbuhan serta hasil tanaman (Simanungkalit *et al.*, 2006).

Proses terjadinya infeksi mikoriza pada akar tanaman melalui beberapa tahap, (1) Pra infeksi: spora mikoriza berkecambah membentuk appressoria, (2) Infeksi: dengan alat apressoria melakukan penetrasi ke dalam akar tanaman, (3) Pasca infeksi: setelah penetrasi pada akar, maka hifa akan tumbuh secara interselluler, arbuskular terbentuk didalam sel setelah penetrasi. Arbuskular percabangannya lebih kuat dari hifa setelah penetrasi pada dinding sel. Arbuskular hidup hanya 4-15 hari, kemudian mengalami degenerasi dan pemendekan pada sel inang. Pada saat pembentukan arbuskula, beberapa FMA membentuk vesikel pada bagian

interselluler. Vesikel merupakan pembengkakan pada bagian apikal atau interkalar hifa, (4) Perluasan infeksi fungi mikoriza dalam akar yang terdiri dari tiga fase yaitu fase awal dimana saat infeksi primer; fase exponential dimana penyebaran, dan pertumbuhannya dalam akar lebih cepat; fase saat pertumbuhan akar dan mikoriza sama, dan (5) setelah terjadi infeksi primer dan fase awal, pertumbuhan hifa keluar dari akar dan di dalam rhizosfer tanah. Pada bagian ini struktur fungi disebut hifa eksternal yang berfungsi dalam penyerapan larutan nutrisi dalam tanah, sebagai alat transportasi nutrisi ke akar, dan melindungi akar tanaman dari patogen. Hifa eksternal tidak berseptum dan membentuk percabangan dikotom (Talanca, 2005).

Daya infeksi dan daya kecambah spora FMA dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, jenis kemasan yang dipakai untuk menyimpan inokulum, suhu, media tanam, jenis tanaman inang, jenis FMA, dan lama penyimpanan inokulum (Astiko, 2008). Setiap jenis FMA memiliki daya simpan yang berbeda-beda. Berdasarkan penelitian Astiko (2008), setelah 4 bulan lama penyimpanan inokulum FMA jenis *Glomus clarum* sudah menampakkan gejala penurunan viabilitasnya, ini terutama terlihat dengan semakin menurunnya derajat infeksi dan potensi inokulum FMA. Daya infeksi akan mempengaruhi efektivitasnya pada tanaman inang.

Menurut Abbott dan Robson (1984) dalam Delvian (2006), setiap spesies FMA mempunyai *innate effectiveness* atau kemampuan spesifik. Keefektifan diartikan sebagai kemampuan FMA dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pada kondisi tanah yang kurang menguntungkan. Setidaknya ada empat faktor yang

berhubungan dengan keefektifan dari suatu spesies FMA, yaitu kemampuan FMA untuk membentuk hifa yang ekstensif dan penyebaran hifa yang baik di dalam tanah, kemampuan FMA untuk membentuk infeksi yang ekstensif pada seluruh sistem perakaran yang berkembang dari suatu tanaman, kemampuan FMA untuk menyerap fosfor dari larutan tanah, dan umur dari mekanisme transpor sepanjang hifa ke dalam akar tanaman.

#### **1.4 Kerangka Pemikiran**

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

Tanaman jagung memiliki sistem perakaran serabut yang banyak dan merupakan tanaman inang FMA, sehingga efektif untuk melihat perkembangan FMA. Fungi mikoriza arbuskular dalam berasosiasi dengan tanaman inang dipengaruhi oleh lama penyimpanan. Lama penyimpanan berpengaruh terhadap viabilitas spora FMA. Viabilitas spora akan mengalami penurunan apabila disimpan terlalu lama. Semakin lama dilakukan penyimpanan akan semakin menurun nilai viabilitas spora FMA *Gigaspora* sp.

Viabilitas spora akan berpengaruh terhadap jumlah spora yang aktif menginfeksi akar tanaman. Semakin tinggi viabilitas spora maka hifa yang terbentuk semakin banyak, sehingga meningkatkan daya infeksinya. Daya infeksi merupakan kemampuan hifa FMA dalam tumbuh dan berkembang dengan akar tanaman inang. Hifa tersebut akan memanfaatkan eksudat akar yang dikeluarkan tanaman untuk membentuk apresorium (untuk menempel pada sel bagian luar epidermis



akar), kemudian menembus sel epidermis akar dan di jaringan kortek akan berkembang secara interseluler (dalam sel). Hifa akan keluar dari akar untuk perluasan akar tanaman dalam menyerap air dan unsur hara. Hifa ini disebut hifa eksternal.

Perluasan akar tanaman dalam menyerap air dan unsur hara serta melindungi serangan patogen oleh hifa FMA akan berpengaruh terhadap efektivitasnya. Efektivitas FMA merupakan kemampuan FMA dalam meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman inang pada kondisi yang kurang baik. Jika pertumbuhan dan perkembangan tanaman baik, maka produksivitasnya pun akan maksimal. Oleh sebab itu, lama penyimpanan berpengaruh terhadap viabilitas spora FMA yang mempengaruhi daya infeksi dan berdampak pada efektivitasnya dalam meningkatkan hasil produksi tanaman inang.

### **1.5 Hipotesis**

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

1. Lama penyimpanan berpengaruh terhadap daya infeksi FMA *Gigaspora* sp. pada tanaman jagung.