

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Lebih dari setengah produksi gula dunia berasal dari tanaman tebu, dan tebu merupakan salah satu komoditas pertanian penting di Indonesia. Sejalan dengan pertumbuhan industri gula nasional, sektor perkebunan tebu sebagai pendukung utama industri gula juga tumbuh. Hal ini mendorong terjadinya sistem pertanian budidaya tanaman monokultur yang ingin meningkatkan produksi tebu dengan input tinggi diantaranya dengan penggunaan pupuk anorganik dan pestisida (Abdullah, Musa, dan Feranita, 2005). Kegiatan ini berdampak pada kesuburan tanah. Tanah subur menjadi marginal dengan permasalahan unsur hara, tanah menjadi keras dan padat, drainase jelek, dan miskin bahan organik.

Oleh karena itu, perlu diupayakan suatu kegiatan yang bertujuan meningkatkan produktivitas lahan. Salah satu upaya yang dapat ditempuh adalah dengan pemanfaatan fungi mikoriza arbuskular (FMA). Pemanfaatan FMA bertujuan untuk memperbaiki tingkat serapan hara dan air oleh tanaman terutama unsur fosfor dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen tanah melalui simbiosis antara FMA dengan akar tanaman. Secara tidak langsung hifa FMA juga dapat memperbaiki struktur tanah.

Menurut Annas (1997), tanaman yang bermikoriza dapat menyerap pupuk fosfat lebih tinggi hingga 10-27 persen dibandingkan dengan tanaman yang tidak bermikoriza. Menurut Abdullah, Musa dan Feranita, (2005), mikoriza berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah dengan menyelimuti butir-butir tanah. Stabilitas agregat meningkat dengan adanya gel polisakarida yang dihasilkan hifa FMA.

Fungi mikoriza arbuskular tidak memiliki inang yang spesifik. Fungi yang sama dapat mengkolonisasi tanaman yang berbeda, tetapi kapasitas fungi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman bervariasi. Setiap spesies fungi memiliki tingkat adaptasi terhadap lingkungan yang berbeda. Oleh karena itu, jarang sekali satu spesies akan efisien pada semua kondisi lingkungan, sehingga memungkinkan bahwa inokulasi multispesies menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan hanya satu spesies (Novriani dan Madjid, 2010).

Hasil penelitian Sari (1999) memperlihatkan bahwa inokulasi FMA campuran (*Acaulospora* sp., *Glomus* sp., *Gigaspora* sp.) dan inokulasi *Gigaspora* sp. saja dapat mengurangi waktu siap sambung bibit manggis yaitu rata-rata masing-masing menjadi 14.5 bulan dan 18.3 bulan, atau kurang dari dua tahun dibandingkan dengan perlakuan kontrol yang mencapai waktu lebih dari dua tahun.

Dalam pemanfaatan FMA pada suatu tanaman, jenis dan macam inokulum yang digunakan cukup menentukan keberhasilan mikoriza menginfeksi tanaman. Penggunaan inokulum FMA campuran yang terdiri dari beberapa spesies tampaknya lebih efektif daripada penggunaan spesies tunggal (Camprubi dan

Calvet, 1996 dalam Novriani dan Madjid, 2010). Untuk tanaman manggis, FMA campuran yang berasal dari daerah Padang, Sawahlunto Sijunjung, dan Limapuluh Kota mampu mempercepat pertumbuhan semaian manggis sekitar 40% dibandingkan dengan semaian yang tidak diinokulasi dengan mikoriza (Musa *et al.* 2002 dikutip oleh Novriani dan Madjid, 2010).

Mikoriza merupakan makhluk hidup, maka sejak berasosiasi dengan akar tanaman fungi ini terus berkembang dan selama itu pula berfungsi membantu tanaman. Pemupukan dengan mikoriza cukup dilakukan sekali untuk seumur tanaman (Abdullah, Musa, dan Feranita., 2005). Fungi mikoriza arbuskular ini dapat menginfeksi hampir semua jenis tanaman dipermukaan bumi, baik pada tanaman pangan, tanaman perkebunan, kehutanan, maupun tanaman penghijauan (Muslaf, 2008).

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

- (1) Apakah pemberian FMA dapat meningkatkan pertumbuhan tebu?
- (2) Apakah pemberian FMA satu jenis lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan pemberian FMA campuran?
- (3) Apakah pemberian FMA campuran dua jenis lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan campuran tiga jenis FMA?
- (4) Apakah pemberian FMA jenis *Glomus* sp. lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan jenis *Entrophospora* sp. dan *Gigaspora* sp.?

- (5) Apakah pemberian FMA jenis *Entrophospora* sp. lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan jenis *Gigaspora* sp.?
- (6) Apakah pemberian FMA campuran *Glomus* sp.+*Entrophospora* sp. lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan campuran *Glomus* sp.+*Gigaspora* sp. dan campuran *Entrophospora* sp.+*Gigaspora* sp.?
- (7) Apakah pemberian FMA campuran *Glomus* sp.+*Gigaspora* sp. lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan campuran *Entrophospora* sp.+*Gigaspora* sp.?

## 1.2 Tujuan Penelitian

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

- (1) Untuk mengetahui apakah pemberian FMA dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu.
- (2) Untuk mengetahui apakah pemberian FMA satu jenis lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan pemberian FMA campuran
- (3) Untuk mengetahui apakah pemberian FMA campuran dua jenis lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan pemberian FMA campuran tiga jenis.
- (4) Untuk mengetahui apakah pemberian FMA jenis *Glomus* sp. lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan jenis *Entrophospora* sp. dan *Gigaspora* sp.

- (5) Untuk mengetahui apakah pemberian FMA jenis *Entrophospora* sp. lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan jenis *Gigaspora* sp.?
- (6) Untuk mengetahui apakah pemberian FMA campuran *Glomus* sp.+*Entrophospora* sp. lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan dengan campuran *Glomus* sp.+*Gigaspora* sp. dan campuran *Entrophospora* sp.+*Gigaspora* sp.?
- (7) Untuk mengetahui apakah pemberian FMA campuran *Glomus* sp.+*Gigaspora* sp. lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tebu dibandingkan campuran *Entrophospora* sp.+*Gigaspora* sp.?

### 1.3 Landasan Teori

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

Begitu banyaknya jenis mikoriza, maka kita perlu menyeleksi jenis-jenis mikoriza yang cocok dengan inang. Secara umum, mikoriza di daerah tropika tergolong dalam dua tipe yaitu: Endomikoriza dan Ektomikoriza. Fungi ini pada umumnya tergolong ke dalam kelompok ascomycetes dan basidiomycetes (Pujiyanto, 2001). Salah satu jenis endomikoriza yang banyak terdapat di alam adalah fungi mikoriza arbuskular (FMA).

Menurut Setiadi (1989), terdapat beberapa karakteristik yang dapat dilihat pada ektomikoriza, yaitu : akar yang terkena infeksi biasanya membesar dan bercabang-cabang serta tidak ada rambut akar, permukaan akar ditutupi oleh miselia (mantel), nampak beberapa hifa menjorok keluar, hifa membentuk

struktur seperti *net* (jala) di antar dinding sel-sel jaringan korteks, dan hifa berkembang di antara dinding-dinding sel jaringan korteks.

Berbeda dengan ektomikoriza, akar fungi yang terinfeksi endomikoriza tidak berubah bentuk morfologinya. Hifa fungi yang tidak bersekat dan tumbuh di antara sel-sel jaringan korteks, tetapi tidak masuk ke jaringan stele. Di dalam sel-sel yang diinfeksi dibentuk hifa yang bergelung (hifa gelung) atau bercabang-cabang yang dinamakan arbuskula (Gunawan, 1994).

Fungi Mikoriza Arbuskular dikelompokkan ke dalam ordo *Glomales*, sub ordo *Glomineae* dan *Gigasporineae*. *Glomineae* terdiri dari empat family, yaitu *Glomaceae* dengan genus *Glomus*, *Acaulosporaceae* dengan genus *Entrophospora* dan *Acaulospora*, *Aracheosporaceae* dengan genus *Archaespora*, dan *Paraglomaceae* dengan genus *Paraglomus*. Sementara sub ordo *Gigasporineae* terdiri dari famili *Gigasporaceae* dengan genus *Gigaspora* dan *Scutellospora*). Salah satu karakterteristik yang mudah diterapkan dalam klasifikasi FMA adalah morfologi spora yaitu bagaimana proses spora dibentuk, reaksi spora terhadap melzer, serta struktur mikoriza yang terbentuk dalam akar (Fakuara, 1998).

Kesesuaian antara inang dan spesies FMA sangat menentukan keberhasilan simbiosis. Beberapa spesies FMA dapat bersimbiosis dengan satu jenis tanaman, namun tingkat keberhasilannya akan berbeda. Sebagai contoh, hasil penelitian Sastrahidayat, Wakidah, dan Syekhfani, (1998) menunjukkan bahwa spesies *Glomus etunicatum* lebih efisien menyerap unsur fosfor dibandingkan dengan *G. manihotis* dan *Gi. rosea* pada tanaman jagung. Pada tanaman kapas, *G.*

*fasciculatum* mempunyai daya saing yang lebih kuat dibandingkan dengan *Gigaspora* sp. dan *Acaulospora bireticulata*.

Delvian (2006) mendapatkan bahwa spora-spora dari isolat FMA *Acaulospora laevis*, *Scutellospora calospora*, *Glomus caledonium*, dan *Glomus monosporum* telah mempunyai sifat dorman secara genetik. Selanjutnya, panjang periode dormansi akan bervariasi antara isolat-isolat FMA. Perbedaan waktu berkecambah spora dari setiap jenis FMA berhubungan dengan faktor intrinsik dari jenis itu sendiri (Ocampo *et al.*, 1986 yang dikutip oleh Delvian, 2006). Secara umum, *Glomus* lebih cepat berkecambah dibandingkan *Gigaspora* dan *Acaulospora*. Hasil ini sejalan dengan penelitian Clark (1997) yang dikutip oleh Delvian (2006) yang mempelajari perkecambahan 5 jenis *Glomus*, 4 jenis *Scutellospora*, dan 4 jenis *Gigaspora*, dimana rata-rata waktu perkecambahan spora *Glomus*, *Scutellospora*, dan *Gigaspora* secara berurutan adalah 6 minggu, 14 minggu dan 21 minggu.

Prinsip kerja fungi mikoriza adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga mampu meningkatkan kapasitas tanaman dalam penyerapan unsur hara. Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) sangat berperan dalam memperbaiki ketersediaan P bagi tanaman karena FMA dapat meningkatkan kemampuan tanaman melakukan penyerapan unsur-unsur yang tidak mobil dalam bentuk yang tidak tersedia dalam tanah (Utama, Haryoko, dan Zen, 2003).

Hasil penelitian Susilo (2011), menunjukkan bahwa dari ketinggian tempat yang berbeda ditemukan 9 FMA yaitu pada >1500 m dpl (di atas permukaan laut) ditemukan *Glomus versiforme*, *Glomus* sp1, *Entropospora* sp1 dan *Entropospora* sp2, pada ketinggian 1500 m dpl ditemukan *Glomus mosseae*, *Acaulospora dentikulata* dan *Acaulospora* sp. dan pada <1500 m dpl ditemukan *Glomus* sp1, *Glomus* sp2 dan *Gigaspora* sp. Hasil tersebut menunjukkan bahwa genus *Glomus* mempunyai tingkat adaptasi cukup tinggi terhadap lingkungan dari pada genus lainnya sehingga *glomus* dapat ditemukan di ketiga ketinggian. Tingkat kolonisasi tertinggi terletak pada ketinggian pertama > 1500 m dpl : 48,89%, sedangkan ketinggian lainnya adalah 1500 m dpl : 46.56% dan < 1500 m dpl : 34.11%.

Spora-spora *Glomus* yang berukuran lebih kecil dari genus-genus lainnya akan mempunyai fase hidrasi yang lebih cepat sehingga aktivitas enzim-enzim yang berhubungan dengan perkecambahan akan berlangsung lebih awal. Pada akhirnya, proses perkecambahan juga akan terjadi lebih awal dibandingkan dengan genus lainnya. Spora-spora *Glomus* terbentuk pada hifa-hifa eksternal di dekat perakaran. Biasanya spora *Glomus* yang matang berwarna putih atau kuning kecoklatan (Delvian, 2006).

Fungi Mikoriza Arbuskular tergolong dalam kelompok khusus dari populasi mikoriza yang sangat banyak mengkolonisasi daerah akar, yaitu di dalam akar, permukaan akar, dan di daerah sekitar akar (Marschaner, 1995 yang dikutip oleh Sallisburry, dan Ross, 1995). Menurut Imas *et al.* (1989), hifa eksternal FMA yang berhubungan dengan tanah dan struktur infeksi seperti arbuskular di dalam akar menjamin adanya perluasan penyerapan unsur-unsur hara dari tanah dan

peningkatan transfer hara khususnya P ke tumbuhan. Terjadinya peningkatan serapan P pada tanaman bermikoriza ditentukan oleh (a) spesies tanaman, keperluan tanaman akan fosfor, dan kemampuan tanaman untuk menggunakan fosfor tanah, (b) kandungan fosfor di dalam tanah, dan (c) infeksi mikoriza yang bergantung pada tanaman dan adaptasinya pada tanah dan lingkungan. Melalui proses enzimatik, fosfor yang terikat kuat dalam ikatan senyawa kimia seperti aluminium (Al) dan besi (Fe), dapat diuraikan dan dipecahkan dalam bentuk tersedia bagi inang oleh FMA. Karena hanya tanaman inang yang berfotosintesis, sebagai imbalannya, sebagian hasil fotosintat didistribusikan ke bagian akar, dan tentunya juga untuk FMA yang berasosiasi dengan jaringan korteks akar inang yang dimanfaatkan oleh FMA untuk hidup dan berkembang biak di dalam akar dan tanah. Dari kegiatan pertukaran antara FMA dan inang, maka proses simbiosis mutualistik berlangsung terus menerus dan saling menguntungkan seumur hidup inang (Santoso, 2006).

Efektivitas FMA ditentukan oleh faktor abiotik seperti pH, kadar air, suhu, pengolahan tanah dan pemberian pupuk serta pestisida. Faktor biotik yang berpengaruh adalah interaksi FMA dengan akar, jenis tanaman inang, tipe perakaran tanaman inang, dan kompetisi fungi itu sendiri. Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap perkembangan FMA. Biasanya lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman juga cocok untuk perkembangan spora fungi (Soelaiman dan Hirata, 1995 yang dikutip oleh Muslaf, 2008).

Laju kolonisasi akar, selain ditentukan oleh respon tanaman inang dan lingkungan tumbuh, ditentukan pula oleh dormansi, tingkat kematangan atau umur spora, dan kerapatan inokulum. Dormansi merupakan waktu yang diperlukan oleh spora untuk berkecambah dan kemudian mengkolonisasi akar, adanya dormansi spora dengan demikian dapat menurunkan laju kolonisasi akar. Setiap jenis FMA memiliki lama dormansi yang berbeda-beda, misalnya *Gigaspora* dapat berkecambah dan mengkolonisasi akar dalam waktu kurang dari seminggu, *Glomus* dalam tempo 6 minggu mampu mengkolonisasi akar sampai 39% (Widiastuti dan Kramadibrata, 1993).

#### **1.4 Kerangka pemikiran**

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan, berikut ini disusun kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoretis terhadap perumusan masalah. Fungi mikoriza arbuskular diinokulasikan ke akar tanaman tebu dengan cara spora ditaburkan pada bagian akar dan disekitar lubang tanam secara tunggal dan campuran. Inokulasi dilakukan pada tanaman berumur 21 hari setelah tanam.

Inokulum FMA yang berupa spora akan berkecambah dan mengeluarkan hifa, kemudian hifa FMA menembus akar dan masuk ke sel epidermis membentuk apresorium dalam lapisan sel yang pertama yang digunakan untuk melekatkan diri dengan tanaman inang.

Hifa FMA kemudian berkembang secara eksternal dan internal, hifa yang masuk ke sel epidermis (hifa internal) akan berkembang secara intraseluler dan interseluler. Hifa intraseluler masuk ke dalam sel korteks akar dan membentuk

gelung-gelung hifa kompleks yang selanjutnya membentuk arbuskular yang berperan sebagai tempat pertukaran unsur hara. Selanjutnya akan terbentuk vesikula yang berfungsi sebagai cadangan makanan yang dibentuk secara interseluler.

Hifa yang berada di luar sel akar (hifa eksternal) akan menyerap hara dari dalam tanah yang kemudian ditranslokasikan melalui arbuskular, daerah penyerapan akar menjadi semakin luas, unsur hara makro terutama fosfor dan unsur hara mikro yang diserap semakin banyak sehingga pertumbuhan tanaman akan meningkat. Dengan meningkatnya unsur hara di dalam tanaman, memungkinkan aktivitas metabolisme tanaman berjalan baik. Hifa FMA dapat berperan sebagai kepanjangan akar. Dengan panjangnya hifa tersebut, maka akar tanaman mampu menyerap unsur hara dan air pada area-area tanah yang tidak dapat dijangkau oleh akar.

Fungi mikoriza arbuskular tidak memiliki inang yang spesifik. Fungi yang sama dapat mengkolonisasi tanaman yang berbeda, tetapi kapasitas fungi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman bervariasi. Pada umumnya aplikasi FMA satu jenis kurang efisien pada semua kondisi lingkungan, sehingga memungkinkan bahwa aplikasi campuran dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan hanya satu spesies. Masing-masing jenis fungi dapat beradaptasi pada lingkungan yang berbeda, dengan pemberian mikoriza campuran maka masing-masing jenis mikoriza diharapkan dapat bekerjasama.

Kesesuaian antara FMA dengan tanaman inang menjadi faktor penentu untuk perkembangan FMA itu sendiri. Jenis *Glomus* sp. yang diinokulasikan pada akar tanaman umumnya mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Berbeda dengan *Glomus* sp., *Gigaspora* sp. banyak ditemukan di daerah berpasir. Pada penelitian yang berbeda, *Gigaspora* sp. juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sedangkan untuk jenis FMA *Entrophospora* sp. masih perlu diteliti lebih lanjut untuk pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Untuk tanaman tebu akan diteliti lebih lanjut untuk pengaruhnya terhadap pertumbuhan tebu dari pemberian mikoriza jenis *Glomus* sp., *Gigaspora* sp., dan *Entrophospora* sp. serta pemberian campuran dua jenis dan tiga jenis.

### **1.5 Hipotesis**

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

- (1) Pemberian FMA dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu dibandingkan dengan tanaman tebu yang tidak diberi FMA.
- (2) Pemberian FMA campuran dapat meningkatkan pertumbuhan tebu lebih baik dibandingkan dengan pemberian FMA satu jenis.
- (3) Pemberian FMA campuran tiga jenis dapat meningkatkan pertumbuhan tebu lebih baik dibandingkan pemberian FMA campuran dua jenis
- (4) Pemberian FMA jenis *Glomus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tebu lebih baik dibandingkan dengan pemberian FMA jenis *Entrophospora* sp. dan *Gigaspora* sp.

- (5) Pemberian FMA jenis *Entrophospora* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tebu lebih baik dibandingkan dengan jenis *Gigaspora* sp.
- (6) Pemberian FMA campuran *Glomus* sp.+*Entrophospora* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tebu lebih baik dibandingkan dengan pemberian FMA campuran *Glomus* sp.+*Gigaspora* sp. dan *Entrophospora* sp.+*Gigaspora* sp.
- (7) Pemberian *Glomus* sp.+*Gigaspora* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tebu lebih baik dibandingkan *Entrophospora* sp.+*Gigaspora* sp.