

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penggunaan pupuk anorganik telah menjadi tradisi pada sistem pertanian yang ada pada saat ini. Hal ini mulai dilakukan sejak revolusi hijau mulai digemakan ke seluruh dunia pada awal dekade 1960-an. Pada mulanya, penggunaan pupuk anorganik memberikan dampak positif bagi petani dengan meningkatnya hasil produksi tanaman. Namun penggunaan pupuk ini dalam jangka panjang dapat mengakibatkan tanah mengeras, kurang mampu menyimpan air, dan menurunkan pH tanah yang pada akhirnya akan menurunkan hasil produksi tanaman (Parman, 2007). Untuk meningkatkan kembali produksi tanaman, petani mulai menambah dosis pupuk sehingga biaya produksi semakin meningkat dan keuntungan petani semakin merosot.

Simanungkalit (2006) melaporkan bahwa kelangkaan pupuk anorganik yang sering terjadi pada setiap musim tanam menyebabkan banyak petani harus mencari ke daerah lain dan berani membeli mahal demi kelanjutan produksi tanamannya.

Oleh karena itu perlu diterapkan sebuah cara untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik.

Beberapa cara yang telah dikembangkan untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik adalah dengan menggunakan pupuk organik dan pupuk hayati. Menurut Simanungkalit (2006), pupuk organik adalah nama kolektif untuk semua jenis bahan organik yang berasal dari hewan dan tanaman yang dapat terdekomposisi menjadi hara tersedia bagi tanaman. Sedangkan pupuk hayati adalah nama kolektif untuk semua kelompok fungsional mikroba tanah yang dapat menyediakan hara tersedia bagi tanaman di dalam tanah. Mikroba tanah yang tergolong dalam kategori ini adalah rhizobium, fungi mikoriza arbuskular, mikroba pelarut fosfat, dan lain-lain.

Fungi mikoriza adalah salah satu jenis fungi pembentuk mikoriza yang belakangan ini mulai dikembangkan sebagai pupuk hayati. Sedangkan mikoriza adalah asosiasi simbiosis antara tumbuhan dan fungi yang hidup dalam tanah (Brundrett, 2002). Keuntungan dari penggunaan fungi ini antara lain; (1) semua bahan perbanyakannya yang terdiri dari spora, media tanam, serta tanaman inangnya tersedia di dalam negeri, (2) dapat diproduksi dengan mudah, (3) pemberian cukup sekali seumur hidup tanaman, dan (4) memberikan manfaat pada rotasi tanaman berikutnya (Husna, 2003).

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) adalah salah satu jenis fungi pembentuk mikoriza yang telah banyak digunakan sebagai pupuk hayati. Saat ini banyak sekali penelitian yang membuktikan bahwa FMA mampu meningkatkan serapan hara baik hara makro maupun mikro, sehingga FMA dapat digunakan untuk mengurangi dan mengefisienkan penggunaan pupuk anorganik. Menurut Husin dan Marlis (2000), FMA dapat memperpanjang dan memperluas jangkauan akar terhadap penyerapan unsur hara terutama unsur hara yang tidak *mobile* di dalam tanah seperti fosfat (P). Bolan (1991) juga melaporkan bahwa FMA dapat mengeluarkan enzim fosfatase dan asam-asam organik khususnya oksalat yang dapat membantu membebaskan P dari senyawa kompleks di dalam tanah.

Unsur P sangat diperlukan dalam pertumbuhan tanaman. Kekurangan unsur hara ini dapat mengurangi kemampuan tanaman untuk mengabsorpsi unsur hara lainnya (Soepardi, 1983). Menurut Buckman dan Brady (1982) unsur hara P digunakan oleh tanaman untuk pembelahan sel, pembentukan lemak, pembungaan, pembuahan, perkembangan akar, memperkuat batang, dan kekebalan terhadap penyakit. Namun kendala yang sering dihadapi adalah fosfat di dalam tanah sering tidak tersedia karena sebagian besar unsur ini berada dalam bentuk terfiksasi.

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) adalah tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Tanaman kelapa sawit menghasilkan minyak nabati yang dapat digunakan sebagai bahan baku pada industri minyak makan, dan industri oleokimia (Balitbang Pertanian, 2007). Begitu juga dengan tanaman jarak pagar yang menghasilkan minyak nabati yang dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan biodiesel dan industri sabun (Hambali dan Mujdalipah, 2006). Namun sebagaimana tanaman pada umumnya, kedua tanaman tersebut juga memerlukan pemupukan yang berimbang untuk mencapai produksi yang optimum. Menurut Riwandi (2002), biaya pemupukan untuk tanaman kelapa sawit mencapai 50% dari total biaya pemeliharaan. Oleh karena besarnya biaya pemupukan tersebut, maka inokulasi FMA pada tanaman kelapa sawit dan jarak pagar perlu dilakukan untuk mengurangi biaya pemupukan. Namun tidak semua jenis FMA dapat bersimbiosis secara optimum pada kedua tanaman tersebut. Oleh karena itu perlu ditemukan jenis FMA yang dapat bersimbiosis secara optimum pada kedua tanaman tersebut.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, percobaan ini dilakukan untuk menjawab permasalahan yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Jenis FMA apa yang paling cocok bersimbiosis dengan tanaman kelapa sawit dan jarak pagar di pembibitan?
2. Berapakah dosis pupuk P yang terbaik untuk pertumbuhan tanaman kelapa sawit dan jarak pagar di pembibitan?
3. Apakah respons pertumbuhan bibit kelapa sawit dan jarak pagar terhadap inokulasi FMA dipengaruhi oleh dosis pupuk P yang diberikan?
4. Berapakah dosis pupuk P terbaik untuk tanaman kelapa sawit dan jarak pagar yang diinokulasi FMA dan tanaman kelapa sawit dan jarak pagar yang tidak diinokulasi di pembibitan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan jenis FMA yang paling cocok bersimbiosis dengan tanaman kelapa sawit dan jarak pagar di pembibitan.
2. Menentukan dosis pupuk P yang terbaik untuk pertumbuhan tanaman kelapa sawit dan jarak pagar di pembibitan.
3. Menentukan apakah respons pertumbuhan tanaman kelapa sawit dan jarak pagar yang diinokulasi FMA dipengaruhi oleh dosis pupuk P yang diberikan.

4. Menentukan dosis pupuk P terbaik untuk tanaman kelapa sawit dan jarak pagar yang diinokulasi FMA dan tanaman kelapa sawit dan jarak pagar yang tidak diinokulasi FMA di pembibitan.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi peneliti, pengusaha perkebunan, petani dan masyarakat umum dalam menghasilkan bibit tanaman kelapa sawit dan jarak pagar yang berkualitas serta dapat menghemat penggunaan pupuk anorganik.

#### **1.5 Landasan Teori**

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

Fosfat (P) merupakan salah satu unsur hara makro yang penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur tersebut digunakan tanaman sebagai penyusun metabolit dalam senyawa kompleks sebagai aktivator, kofaktor atau penyatu enzim serat, dan molekul pentransfer energi ADP dan ATP (Marschner, 1995).

Fosfat bersifat tidak *mobile* di dalam tanah (McWilliams, 2003).

Fosfat bergerak menuju akar tanaman dengan cara difusi yang lambat. Hal itu menyebabkan sering terjadinya daerah deplesi

atau pengurusan P di sekitar akar (Smith, 2002). Fosfat memiliki sifat khas yakni sukar larut dalam air namun larut dalam asam lemah. Hal itu juga menjadi salah satu kendala rendahnya ketersediaan P di dalam tanah (Syekhfani, 1999). Selain itu, pada tanah masam ( $\text{pH} < 5$ ), unsur ini diikat kuat oleh liat, aluminium, dan besi. Sedangkan pada tanah alkalis ( $\text{pH} > 8$ ), unsur ini diikat kuat oleh kalsium (Syekhfani, 1999). Dengan demikian, akar tanaman tidak mampu untuk mengabsorpsi unsur hara tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut, akar tanaman dapat dibantu oleh fungi mikoriza.

Fungi mikoriza adalah fungi yang hidup dalam tanah yang berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi sehingga membentuk simbiosis mutualisme (Numahara, 1993). Berdasarkan struktur tubuh dan cara menginfeksi, fungi mikoriza dapat dikelompokkan menjadi dua yakni endomikoriza dan ektomikoriza (Rao dan Shuba, 1994). Kelompok fungi endomikoriza memiliki jaringan hifa yang masuk ke dalam sel korteks dan membentuk struktur yang khas seperti oval yang disebut vesikular atau bercabang yang disebut arbuskular (Musfal, 2010). Sedangkan kelompok ektomikoriza memiliki jaringan hifa yang tidak sampai masuk ke sel korteks, tetapi berkembang diantara sel tersebut dan membentuk mantel pada permukaan akar (Musfal, 2010).

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) merupakan salah satu jenis endomikoriza yang dapat membantu akar tanaman untuk mengabsorpsi unsur hara terutama unsur hara P dari dalam tanah. Hal ini disebabkan jaringan hifa eksternal FMA yang menginfeksi akar tanaman dapat dengan mudah menerobos pori-pori tanah yang tidak dapat ditembus oleh rambut-rambut akar tanaman (Beethlenfalvay dan Linderman, 1992).

Fungi mikoriza arbuskular memiliki banyak spesies yang tersebar di seluruh dunia. Namun secara garis besar para ilmuwan telah sepakat untuk mengklasifikasikan FMA sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Taksonomi mikoriza (Krüger, 2011)

<b>Ordo</b>	<b>Famili</b>	<b>Genus</b>
Glomales	Glomeraceae	Glomus
		Funneliformis
Diversisporales	Claroideoglomeraceae	Claroideoglomus
	Diversisporaceae	Redeckera
		Diversispora
		Otopora
	Acaulosporaceae	Acaulospora
	Entrophosporaceae	Entrophospora
	Gigasporaceae	Gigaspora
		Scutellospora
		Racocetra
		Pacisporaceae
Archaeosporales	Geosiphonaceae	Geosiphon
	Ambisporaceae	Ambispora
	Archaeosporaceae	Archaeospora
Paraglomerales	Paraglomeraceae	Paraglomus

Menurut Orcutt dan Nielsen (2000), FMA dapat meningkatkan serapan hara dengan cara berikut; (1) memperluas permukaan akar karena adanya hifa eksternal yang berukuran lebih kecil dibandingkan akar sehingga dapat menembus pori-pori tanah, (2) mempercepat pergerakan P ke akar melalui peningkatan afinitas P ke akar sehingga mengurangi konsentrasi ambang yang diperlukan P untuk berdifusi, (3) mengubah lingkungan rhizosfer secara kimia melalui pelepasan asam organik dan peningkatan aktivitas fosfatase, dan (4) meningkatkan produksi fitohormon yang dapat mengubah fenotipe akar sehingga meningkatkan kapasitas penyerapan hara total. Secara fungsional, FMA membantu penyerapan hara terutama P melalui tiga tahap yaitu; (1) fosfat diserap oleh hifa dari larutan tanah, (2) translokasi P melalui hifa, dan (3) transfer P melewati interfase ruang fungsi (Cruz et al., 2004). Bolan (1991) juga melaporkan bahwa FMA menghasilkan enzim fosfatase yang dapat melepaskan unsur P yang terikat unsur Al dan Fe pada tanah masam dan Ca pada tanah berkapur sehingga P akan tersedia bagi tanaman.

Fungi mikoriza arbuskular merupakan fungi yang bersifat obligat atau tidak mampu melengkapi daur hidupnya tanpa melakukan simbiosis dengan akar tanaman. FMA menginfeksi akar tanaman inang karena adanya sinyal berupa eksudat flavanoid dari akar

(Marschner, 1995). Selanjutnya perkembangan infeksi FMA di akar tanaman inang berhubungan dengan pembentukan gula dan asam organik. Gianinazzi-Pearson dan Gianinazzi (1983) menyatakan bahwa FMA dapat dengan cepat mengkonversi dan mentransfer hasil fotosintat tanaman inang ke dalam senyawa karbon yang spesifik sebagai lipid atau glikogen.

Fungi mikoriza arbuskular dapat bersimbiosis dengan banyak tanaman. Namun efektivitas dari masing-masing simbiosis tersebut tidak sama. Brundrett et al. (1996) menyatakan bahwa efektivitas dari sebuah simbiosis antara FMA dengan tanaman inang ditentukan oleh jenis FMA, jenis tanaman inang, jenis tanah, serta interaksi antara ketiganya. Setiap jenis tanaman juga memberikan respons yang berbeda terhadap FMA. Setiap FMA memiliki perbedaan dalam kemampuannya meningkatkan serapan unsur hara dari dalam tanah dan pertumbuhan tanaman (Daniels dan Menge, 1981). Kemampuan FMA dalam meningkatkan serapan unsur hara juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, intensitas cahaya, pH tanah, kadar air tanah, ketersediaan unsur hara, kandungan bahan organik dalam tanah, serta residu akar (Gianinazzi-Pearson dan Gianinazzi, 1983). Menurut Swift (2004) pada tanah yang mengalami defisiensi fosfor (P), simbiosis FMA dengan akar tanaman akan menguntungkan, namun pada tanah yang kaya akan P tersedia, simbiosis tersebut

tidak menguntungkan. Simbiosis FMA dengan akar tanaman akan efektif apabila kandungan P tersedia di dalam tanah tidak melebihi 70 ppm (Feldman dan Idczak, 1992). Schubert dan Hayman (1978) melaporkan bahwa FMA tidak akan efektif bersimbiosis dengan akar tanaman pada tanah yang memiliki kadar P tersedia 100 ppm atau lebih. Sedangkan Abbot dan Robson (1977) melaporkan bahwa FMA jenis *Glomus fasciculatum* tidak akan efektif bersimbiosis dengan akar tanaman ketika kandungan P tersedia dalam tanah mencapai 133 ppm.

Irianto (2009) menyatakan bahwa bibit jarak pagar yang diinokulasi dengan *Glomus* yang berasal dari *rhizosfer* tanaman akasia dan mahoni dapat meningkatkan tinggi, diameter batang, dan bobot kering bibit. Nurhalisyah (2012) juga melaporkan bahwa jenis mikoriza yang ditemukan pada pembibitan awal kelapa sawit adalah *Glomus* dan *Acaulospora*. Sedangkan pada pembibitan utama kelapa sawit yang ditemukan hanya *Glomus*. Sundari et al. (2011) menyatakan bahwa dari berbagai jenis FMA, *Glomus* adalah jenis FMA yang paling dominan penyebarannya di berbagai daerah. Hal ini menunjukkan bahwa *Glomus* memiliki daya adaptasi yang cukup tinggi terhadap lingkungan baik itu pada kondisi tanah masam maupun netral. Yulianitha et al. (2011) melaporkan bahwa *Glomus* mempunyai kemampuan simbiosis dan adaptasi dengan tanaman budidaya lebih tinggi

dibandingkan FMA jenis lainnya. Menurut Ruiz-Lozano et al. (2000), *Glomus* mampu hidup dan berkembang pada tanah dengan kondisi salinitas yang tinggi.

## **1.6 Kerangka Pemikiran**

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

Untuk mencapai hasil produksi tanaman yang optimum, maka tanaman memerlukan faktor pertumbuhan yang optimum juga. Salah satu faktor tersebut adalah tercukupinya kebutuhan tanaman akan unsur hara makro terutama P.

Tanaman membutuhkan P dalam jumlah yang relatif besar.

Unsur hara tersebut digunakan tanaman untuk pembentukan ATP yang merupakan sumber energi utama pada hampir semua proses biologis yang terjadi pada tanaman. Untuk memenuhi kebutuhannya terhadap unsur hara P, maka tanaman juga harus mampu menyerap unsur hara tersebut dari dalam tanah.

Tanaman menyerap unsur hara dalam tanah melalui akar.

Namun akar tanaman memiliki keterbatasan dalam menyerap unsur hara. Akar tanaman hanya mampu menyerap unsur hara yang dapat dijangkaunya dan unsur hara yang bebas atau tidak terjerap oleh partikel-partikel logam ataupun liat di dalam tanah.

Oleh karena itu, kemampuan akar dalam menyerap unsur hara di dalam tanah akan ditingkatkan dengan adanya FMA yang bersimbiosis dengan akar tersebut.

Saat spora FMA ditaburkan di sekitar akar tanaman, spora tersebut membentuk hifa yang perlahan-lahan akan menginfeksi akar tanaman dan masuk ke dalam sel akar. Kemudian fungi tersebut akan mengubah morfologi akar dan menghasilkan hifa eksternal yang fungsinya hampir sama dengan akar tanaman. Hifa dapat tumbuh melebihi panjangnya rambut akar tanaman sehingga lebih efektif untuk menyerap air dan unsur hara yang tidak terjangkau oleh akar tanaman terutama unsur hara fosfor (P) yang bersifat tidak *mobile* di dalam tanah. FMA juga menghasilkan enzim fosfatase yaitu enzim yang mampu membebaskan P dari senyawa-senyawa kompleks di dalam tanah sehingga menjadi tersedia bagi tanaman.

Simbiosis antara FMA dengan akar tanaman merupakan simbiosis mutualisme. Dalam simbiosis tersebut FMA mengambil eksudat akar dan hasil fotosintesis dari tanaman dan tanaman mendapatkan unsur hara dan air. Namun efektivitas dari simbiosis tersebut dipengaruhi oleh 3 faktor yang saling berinteraksi yakni kadar unsur hara dalam tanah, jenis FMA, dan tanaman inang. Pada tanah yang banyak mengandung unsur hara terutama P, FMA sulit untuk membentuk simbiosis dengan

akar tanaman inang. Namun jika tanah tersebut kekurangan unsur hara, maka mikoriza akan mudah sekali terbentuk. Hal ini disebabkan akar tanaman akan memproduksi eksudat akar yang berlebih jika mengalami defisiensi unsur hara. Eksudat akar merupakan sumber nutrisi bagi FMA sehingga FMA akan bersimbiosis dengan akar tanaman untuk mendapatkan eksudat akar tersebut. Jenis FMA dan tanaman inang juga berpengaruh terhadap pembentukan mikoriza. Hal itu disebabkan tidak semua FMA dapat efektif bersimbiosis dengan akar tanaman inang tertentu.

Dari beberapa jenis FMA yang telah teridentifikasi, *Glomus* sp. dikenal sebagai jenis FMA yang memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap berbagai jenis tanah dan lingkungan. Jenis FMA ini juga memiliki kemampuan simbiosis yang tinggi terhadap berbagai jenis tanaman budidaya. Namun jenis FMA ini akan lebih efektif bersimbiosis dengan akar tanaman apabila diaplikasikan pada jenis tanah dan lingkungan yang sesuai dengan habitat alaminya.

FMA yang bersimbiosis dengan akar tanaman akan terus beregenerasi sehingga populasi FMA di dalam tanah akan terus bertambah. Dengan bertambahnya populasi FMA di dalam tanah, maka semakin banyak pula unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman. Unsur hara yang diserap tersebut akan digunakan tanaman untuk pertumbuhannya. Dengan demikian, maka tinggi dan bobot kering tanaman tersebut akan semakin meningkat.

## 1.7 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka hipotesis yang diajukan adalah:

1. *Glomus* sp. isolat mv 10 dan *Glomus* sp. isolat mv 15 merupakan jenis FMA yang paling cocok bersimbiosis dengan tanaman kelapa sawit dan jarak pagar pada pembibitan.
2. Dosis pupuk P yang sesuai dengan dosis anjuran merupakan dosis pupuk yang terbaik untuk pertumbuhan tanaman kelapa sawit dan jarak pagar di pembibitan.
3. Tanaman kelapa sawit dan jarak pagar yang diinokulasi FMA memberikan respons yang berbeda terhadap dosis pupuk P yang diberikan.