

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Tanaman kopi telah dibudidayakan di 70 negara atau lebih dan menjadi komoditas penting. Di negara berkembang seperti Indonesia, kopi secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan kontribusi yang besar dalam menyumbangkan devisa dan menyerap tenaga kerja.

Tanaman kopi tergolong dalam famili *Rubiaceae* dan sekitar 100 spesies telah ditemukan yang semuanya berasal dari Afrika. Di dunia, terdapat dua jenis kopi yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi yaitu kopi arabika (*Coffea arabica* L.) dan kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre) (Davis *et al.*, 2006).

Di Provinsi Lampung, kopi yang dibudidayakan adalah kopi robusta karena kopi robusta dapat tumbuh pada dataran sedang dan rendah, berbeda dengan kopi arabika yang jika ditanam pada dataran rendah maka tanaman itu akan rentan terserang penyakit *Hemileia vastarix* (karat daun) sehingga produksi serta mutunya jadi rendah (Najiyati dan Danarti, 2006). Menurut data Dinas Perkebunan Provinsi Lampung (2011), pada tahun 2009 luas lahan tanaman kopi adalah 162.954 Ha dengan total produksi 144.521 ton.

Pembibitan merupakan tahap awal pertumbuhan dan perkembangan menjadi bentuk tanaman yang utuh. Khusus untuk tanaman kopi jenis robusta, pembibitan lebih banyak dengan menggunakan cara vegetatif, yaitu dengan cara penyambungan. Biji kopi robusta telah terserbuki oleh tanaman yang lain, hal ini membuat biji kopi robusta yang ditanam tidak akan sama dengan induknya (Wilson, 1999).

Pada tahap pembibitan, tanaman memerlukan suplai unsur hara yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006), podsolik merah kuning (PMK) diklasifikasikan kedalam jenis tanah Ultisol. Jenis tanah ini paling banyak di Indonesia dan untuk daerah Lampung sendiri PMK sangat mendominasi. Jumlah tanah PMK di Lampung 1.522.336 Ha dari total luas daerah Lampung sebesar 3.320.700 Ha. Menurut Cardoso dan Kuyper (2006), jenis tanah ini sebagian besar berada pada daerah tropis, memiliki ciri-ciri nutrisi dalam tanah rendah, risiko erosi, pH rendah yang menyebabkan keracunan aluminium (Al), pengikatan unsur fosfor yang tinggi, kurangnya bahan organik dalam tanah, dan daya menahan air yang rendah.

Untuk itu, pada tanah PMK pemupukan dan penyiraman menjadi syarat mutlak untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pemberian pupuk fosfor pada tanaman memberikan manfaat yang besar untuk membentuk dan memperkuat tubuh tanaman agar dapat berkembang secara sempurna. Pupuk fosfor yang diberikan ketanaman baik pada saat pembibitan atau pada saat tanaman sudah berada di lahan, sebagian besar diikat oleh ion – ion didalam tanah yang menyebabkan fosfor tersedia yang dapat diserap oleh tanaman sangat sedikit walaupun fosfor dalam tanah banyak.

Penyerapan unsur fosfor akan meningkatkan penyerapan unsur hara yang lainnya.

Unsur nitrogen dan kalium merupakan unsur terpenting sama halnya dengan fosfor.

Kedua unsur ini juga menunjang pertumbuhan dan perkembangan bibit kopi robusta.

Mikoriza adalah golongan fungi yang bersimbiosis dengan akar tanaman yang banyak berada di bumi ini. Jenis yang sering dijumpai adalah fungi mikoriza arbuskular (FMA). Jenis ini mampu bersimbiosis dengan lebih kurang 90% spesies tanaman dan terdapat lebih dari 150 spesies FMA yang termasuk dalam phylum glomeromycota (Schubler, Schwarzott, dan Walker, 2001). Manfaat FMA bagi tanaman inangnya adalah untuk mempermudah penyerapan unsur hara yang immobil, terutama fosfor, membantu tanaman inangnya untuk dapat bertahan dari serangan patogen, dapat bertahan pada tanah yang memiliki logam berat karena FMA akan menyerap unsur hara disekitarnya untuk menyeimbangkan logam berat yang ada pada tanaman, dapat mengatasi keracunan logam Al, dapat meningkatkan penyerapan air, dan juga dapat memperbaiki agregat dan struktur tanah berkat hifa yang dimiliki oleh FMA (Cardoso dan Kuyper, 2006).

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Diantara jenis-jenis FMA yang diuji, jenis FMA mana yang lebih sesuai untuk bibit kopi robusta?
2. Takaran pupuk urea, SP-36, dan KCl yang manakah yang terbaik untuk pertumbuhan bibit kopi robusta?

3. Apakah respon bibit kopi robusta terhadap pemberian FMA ditentukan oleh takaran pupuk urea, SP-36, dan KCl?
4. Berapakah takaran pupuk urea, SP-36, dan KCl yang terbaik untuk masing-masing FMA?

1.2 Tujuan

Berdasarkan indentifikasi dan permasalahan yang telah dibuat, maka dapat dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan jenis FMA yang sesuai pada pembibitan kopi robusta.
2. Untuk mendapatkan takaran pupuk urea, SP-36, dan KCl yang terbaik untuk pertumbuhan bibit kopi robusta.
3. Untuk mengetahui apakah tanggapan bibit kopi robusta terhadap pemberian FMA ditentukan oleh takaran pupuk urea, SP-36, dan KCl.
4. Untuk mendapatkan takaran pupuk urea, SP-36, dan KCl yang terbaik untuk masing-masing jenis FMA.

1.3 Landasan Teori

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

Kopi (*Coffea spp.*) adalah tanaman yang memiliki nilai ekonomi yang cukup penting. Sejak puluhan tahun kopi mampu menambah penghasilan para petani walaupun pemeliharaannya tidak intensif. Pemeliharaan awal yang harus diperhatikan adalah mulai dari pembibitan (Najiyati dan Danarti, 2006).

Nitrogen pada tanah dan tanaman berasal dari fiksasi N_2 dari atmosfer. Di dunia, fiksasi nitrogen hayati mensuplai setengah dari kebutuhan N, sisanya berasal dari fiksasi industri untuk perusahaan pupuk. Pupuk yang banyak digunakan adalah urea ($CO(NH_2)_2$). Sumber N lainnya adalah fiksasi N_2 hayati dan pupuk organik. Bentuk yang diserap oleh tanaman berupa ion nitrogen: nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+). Tingkat mineralisasi N tidak hanya tergantung pada jumlah dan jenis bahan organik, tetapi juga kadar air tanah dan temperatur (Singars dan Munns, 1992).

Hampir semua unsur N didalam tanaman terkandung pada protein. Protein berfungsi sebagai enzim, yang mengontrol dan mengkatalis reaksi kimia di dalam sel. Protein mengkatalis reaksi tertentu karena protein dapat berubah bentuk menjadi molekul substrat. N juga berperan dalam transfer energi, transfer elektron, dan informasi genetik (Singars dan Munns, 1992).

Unsur fosfor (P) adalah unsur esensial kedua setelah nitrogen (N) yang berperan penting dalam fotosintesis dan perkembangan akar. Di sebagian kalangan, fosfor dianggap sebagai *key of life* dari sebuah tanaman. Di dalam tubuh tanaman, fosfor berperan dalam pembentukan ATP, pengaturan aktivitas enzim, partisipasi dalam sintesis protein, lemak, dan pati. Unsur hara P diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ortofosfat primer ($H_2PO_4^-$) dan ion ortofosfat sekunder ($HPO_4^{=2}$). Fosfor memegang peranan penting dalam hal fotosintesis dan pertumbuhan akar. Jika kekurangan unsur P maka volume jaringan tanaman akan menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi lebih gelap (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Pada tanah masam, fosfor akan bersenyawa dengan aluminium dan besi membentuk Al-P dan Fe-P sedangkan pada tanah alkali, fosfor akan bersenyawa dengan kalsium membentuk Ca-P yang sukar larut. Hal ini membuat fosfor yang tersedia bagi tanaman sedikit walaupun pemberian pupuk fosfor dilakukan terus-menerus. Hal yang terjadi di lapangan adalah fiksasi P yang berdampak pada berkurangnya P tersedia bagi tanaman. Ada 3 macam jenis fiksasi P yaitu fiksasi oleh ion Fe dan Al dalam larutan tanah, bila fosfor bertemu dengan CaCO_3 dalam tanah alkalis akan diendapkan, dan reaksi lempung dengan fosfat (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Ketersediaan kalium (K) di dalam tanah meningkat bersamaan dengan K ditukarkan, tapi itu tergantung dari kapasitas tukar kation (KTK) dan sumber K lainnya. Jika KTK besar, jumlah K ditukarkan yang diberikan akan membantu kekurangan dan sedikitnya konsentrasi K dalam larutan. Tetapi jika di dalam tanah terdapat sumber K berguna lainnya, maka K ditukarkan akan berkurang. Ion K berguna untuk aktivasi enzim dan regulator osmosis (Singers dan Munns, 1992).

Fungi Mikoriza Arbuskular adalah jenis mikoriza yang dapat bersimbiosis dengan lebih dari 90% tanaman yang hidup di muka bumi ini. Fungi Mikoriza Arbuskular memiliki tiga bagian penting: hifa, struktur fungal yang berada di dalam dan di antara sel akar tanaman, dan extraradikal miselium di tanah. Fungi ini memiliki hifa yang tidak bersekat atau pembatas sehingga memudahkan dan mempercepat transfer unsur hara ataupun air ke dalam akar. Di ujung hifa pun terdapat enzim fosfatase yang dapat memutuskan ikatan fosfor dengan unsur lain sehingga fosfor tersebut menjadi tersedia dan dapat diserap oleh tanaman. Unsur hara yang sudah diserap oleh hifa

akan dibawa ke arbuskul tempat bertukarnya makanan. Tanaman akan memberikan karbohidrat dan FMA akan memberikan unsur hara dan air (Read dan Smith, 2008).

Menurut Mandelbaum dan Piche (2000), ada dua tahap yang terjadi pada saat tanaman dan FMA berinteraksi. Tahap pertama adalah tahap perkembangan prekolonisasi fungi, tanaman akan mengeluarkan daya tarik berupa eksudat akar yang berfungsi sebagai makanan dan seleksi terhadap FMA. Eksudat akar berupa gula, asam organik, dan asam amino. Eksudat akar banyak terdapat di bagian apikal. Pada tahap ini FMA bergantung pada cadangan makanan dalam spora dan jarak spora terhadap akar untuk dapat berinteraksi dengan akar. Tahap kedua adalah perkembangan hifa fungi secara eksternal dan internal selama kolonisasi, tergantung pada proses yang terjadi di akar. Permulaan kolonisasi FMA dimulai dengan pertumbuhan hifa yang mengarah ke akar tanaman dan mengelilingi akar, jaringan hifa membengkak lalu membentuk apresoria pada akar, dan penetrasi muncul melalui apresoria. Setelah hifa masuk maka akan membentuk arbuskul dan dimulailah interaksi simbiosis mutualisme antara tanaman dan FMA.

Hubungan simbiosis mutualisme yang saling menguntungkan ini tidak selamanya terjadi. Beberapa studi telah menjelaskan interaksi antara tanaman inang dan jenis mikoriza tertentu. Terdapat lebih dari 150 jenis FMA untuk hampir seluruh spesies tanaman. Beberapa tanaman yang disebut *nonmycorrhizal plant* sulit untuk terinfeksi oleh mikoriza, contohnya tanaman dari famili *Cruciferae* and *Chenopodiaceae*. Perbedaan jenis tanaman mempengaruhi populasi FMA dan juga perbedaan jenis FMA memberikan pengaruh yang beragam terhadap suatu tanaman inang

(Klironomos, 1996). Selain perbedaan tanaman inang, jumlah fosfor tersedia dalam tanah juga mempengaruhi simbiosis tersebut. Begitu tanaman sudah mendapatkan cukup mineral fosfat maka populasi mikoriza di dalam tanah pun ikut berkurang. Hal ini juga dapat terjadi jika terdapat banyak unsur hara fosfat di dalam tanah (Raina, Chamola, dan Mukerji, 2000).

Andrade *et al.* (2009), menuliskan bahwa hubungan antara FMA dengan tanaman kopi pertama kali ditemukan oleh Jansen pada tahun 1897. Jansen menemukan banyaknya mikoriza pada akar kopi di pulau Jawa, sejak itu studi mengenai hubungan simbiosis tanaman kopi dan mikoriza banyak dilakukan terutama pada cuaca yang ekstrim dan tanah yang tidak subur. Tanaman kopi telah diyakini memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap mikoriza terutama selama tahap pembentukan akar di pembibitan.

Penelitian yang dilakukan Muleta *et al.* (2007), menyebutkan bahwa tanaman kopi di habitat aslinya yaitu di Ethiopia berasosiasi dengan lima jenis FMA yang mendominasi, yaitu *Glomus*, *Acauluspora*, *Gigaspora*, *Entrophospora*, dan *Scutellospora*. Diantara kelima jenis tersebut, *Glomus* adalah jenis yang paling mendominasi dari kelompok glomeromycota. Jumlah spora FMA dipengaruhi oleh jumlah populasi kopi dalam satu hektar dan juga ketersediaan P dalam tanah.

1.4 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan landasan teori yang telah disusun, maka dapat dikemukakan kerangka pemikiran sebagai berikut: simbiosis antara FMA dengan tanaman dimulai dengan tahap infeksi akar. Tahap infeksi akar dipengaruhi oleh jenis FMA dan unsur fosfor tersedia di dalam tanah. Masing-masing jenis FMA mempunyai karakteristik tertentu, sehingga masing-masing FMA hanya cocok untuk beberapa tanaman inang. Jenis *Glomus* sp. Merupakan FMA yang dapat bersimbiosis dengan banyak tanaman inang. Selain jenis FMA, unsur fosfor tersedia di dalam tanah juga mempengaruhi simbiosis antara tanaman inang dan FMA. Jika di dalam tanah banyak unsur fosfor tersedia maka akan semakin sedikit FMA yang menginfeksi tanaman. Kecocokan antara tanaman inang dan jenis FMA berdampak pada jumlah populasi fungi mikoriza arbuskular dan pertumbuhan tanaman inang.

Fungi Mikoriza Arbuskular akan masuk ke jaringan korteks akar dan hifa akan berkembang diantara sel dan di dalam sel korteks. Hifa yang berada di luar akar berbentuk seperti rambut halus yang akan berfungsi sebagai akar tambahan. Bentuknya yang sangat halus mempermudah hifa untuk dapat memasuki pori-pori tanah dan menyerap unsur hara serta air. Hifa tersebut juga menghasilkan enzim fosfatase yang berfungsi untuk memecah ikatan ion Al-P dan Ca-P sehingga unsur P tersedia dan dapat diserap oleh tanaman. Fosfor yang sudah tersedia bisa diserap oleh akar tanaman dan hifa mikoriza begitu juga halnya dengan air dan unsur hara lainnya. Hifa FMA yang tidak memiliki sekat membuat transfer unsur hara dan juga air cepat sampai di arbuskul. Arbuskul adalah organ FMA yang berada didalam sel akar dan

berfungsi sebagai tempat pertukaran unsur hara dan juga air kepada tanaman, begitu juga sebaliknya tanaman memberikan karbohidrat kepada mikoriza juga melalui arbuskul.

Di dalam tanaman, fosfor yang telah diberikan oleh mikoriza akan digunakan untuk banyak hal. Hal yang paling penting adalah fosfor berperan sebagai pembentuk ATP atau energi. Energi ini dibutuhkan oleh semua sel tanaman untuk melakukan metabolisme. Jika sel tanaman semua melakukan metabolisme maka tanaman akan lebih cepat tumbuh dan berkembang. Fosfor berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, terutama berguna pada tanaman masih dalam tahap pembibitan. Unsur ini berperan dalam mempercepat pertumbuhan akar sehingga tanaman dapat lebih cepat menyerap unsur hara dan air yang dibutuhkan tanaman pada awal pertumbuhan. Selain itu, fosfor berperan juga dalam hal memperkuat batang tanaman. Semua keuntungan yang terjadi didalam tubuh tanaman tersebut, memiliki efek terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman menjadi lebih tinggi dan akar menjadi lebih panjang adalah akibat dari penyerapan unsur fosfor yang maksimal dari dalam tanah.

Perkembangan akar yang disebabkan oleh peningkatan penyerapan fosfor dan hifa FMA berdampak pada penyerapan unsur hara yang lainnya. Penyerapan unsur hara nitrogen dan kalium juga ikut meningkat seiring dengan perkembangan akar. Hal ini membuat pertumbuhan tanaman menjadi lebih bagus. Unsur nitrogen digunakan tanaman untuk transfer energi, transfer elektron, dan informasi genetik. Sedangkan kalium digunakan tanaman untuk aktivasi enzim dan regulator osmosis.

Dampak semakin cocok FMA dengan bibit kopi yang digunakan, maka pertumbuhan dan perkembangan bibit menjadi lebih bagus dibandingkan dengan bibit yang tidak terdapat mikoriza karena bibit akan semakin efisien dalam hal penyerapan unsur hara dan air.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka dapat diajukan hipotesis sebagai berikut:

1. *Glomus* adalah jenis FMA yang lebih sesuai pada pembibitan kopi robusta.
2. Takaran pupuk anjuran memberikan pertumbuhan bibit kopi robusta yang lebih baik dibandingkan setengah takaran anjuran.
3. Respon tanaman terhadap pemberian FMA ditentukan oleh takaran pupuk Urea, SP-36, dan KCl yang diberikan.