

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak sawit dan inti sawit merupakan salah satu primadona tanaman perkebunan yang menjadi sumber penghasil devisa non migas bagi Indonesia (Departemen Perindustrian, 2007).

Minyak kelapa sawit mempunyai daya saing yang cukup kompetitif dibandingkan dengan minyak nabati lainnya karena (1) produktivitas per hektar cukup tinggi, (2) merupakan tanaman tahunan yang cukup handal terhadap berbagai perubahan agroklimat, dan (3) ditinjau dari aspek gizi, minyak kelapa sawit tidak terbukti sebagai penyebab meningkatnya kadar kolesterol bahkan mengandung beta karoten sebagai pro-vitamin A (Sinaga, 2009).

Industri minyak kelapa sawit merupakan salah satu industri strategis, karena berhubungan dengan sektor pertanian (*agro-based industry*) yang banyak berkembang di negara-negara tropis seperti Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Hasil industri minyak kelapa sawit bukan hanya minyak goreng saja, tetapi juga bisa digunakan sebagai bahan dasar industri lainnya seperti industri makanan, kosmetika, dan industri sabun (Departemen Perindustrian, 2007).

Konsumsi minyak nabati dunia selalu melebihi produksinya sehingga ke-cenderungan harga minyak nabati dunia akan selalu naik. Konsumsi minyak nabati dunia pada periode 2008-2012 diperkirakan 132 juta ton, sedangkan produksinya hanya 108 juta ton sehingga perlu pasokan baru sebesar 24 juta ton (Sinaga, 2009). Tahun 2011, produksi minyak nabati dunia mencapai 128,9 juta ton dan pada tahun 2012, mencapai 134,06 juta ton. Dari total produksi minyak nabati dunia, produksi minyak sawit Indonesia mencapai 53,16 juta ton atau berkontribusi 39,6% dari total produksi. Sementara, tingkat konsumsi minyak nabati dunia tahun 2012 mencapai 132,21 juta ton, naik 3,4% dari konsumsi 2011 sebesar 127,9 juta ton (Siregar, 2013)

Untuk meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman salah satu aspek agronomi yang sangat berperan adalah pembibitan. Produktivitas yang tinggi berawal dari kualitas bibit yang baik. Demikian halnya dengan komoditi kelapa sawit, komoditi yang tengah menjadi primadona ini diharapkan mampu memberikan keuntungan ekonomis bagi petani Indonesia. Pahan (2011) menyatakan bahwa investasi yang sebenarnya bagi perkebunan komersial terletak pada bahan tanaman (benih/bibit) yang akan ditanam, karena merupakan sumber keuntungan pada perusahaan kelak.

Kelapa sawit di Indonesia umumnya ditanam di lahan masam dan kendala yang dihadapi pada tanah masam adalah ketersediaan unsur P. Menurut Bintoro dkk. (1997), salah satu cara untuk meningkatkan ketersediaan fosfat adalah dengan inokulasi fungi pembentuk mikoriza, sebab mikoriza mempunyai kemampuan meningkatkan penyerapan fosfor dan unsur hara lainnya, dan mikoriza sangat responsif pada tanah masam. Menurut Lynch (1989), peran mikoriza akan efektif

dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pada tanah yang kekurangan fosfat. Lebih lanjut Marsi dkk. (1997) melaporkan bahwa P tersedia tanah awal yang tinggi menyebabkan mikoriza tidak aktif melakukan aktivitasnya untuk melarutkan senyawa kompleks menjadi bentuk P-tersedia tanah. Hal ini karena tanaman dengan pemupukan P yang tinggi akan menyebabkan permeabilitas membran akar menjadi rendah.

Aplikasi fungi mikoriza arbuskular (FMA) pada akar tanaman kelapa sawit akan menghasilkan simbiosis mutualisme antara kelapa sawit dengan FMA. Menurut Sieverding (1991), proses kolonisasi FMA akan mudah terjadi pada akar-akar dengan permeabilitas membran yang tinggi.

Pada simbiosis tersebut hifa FMA akan membantu akar kelapa sawit dalam meningkatkan serapan unsur fosfor (P) pada masa pembibitan. Peningkatan serapan unsur P pada awal pertumbuhan diharapkan mampu membantu serapan unsur P pada pertumbuhan kelapa sawit selanjutnya. Hal ini karena infeksi FMA pada bibit kelapa sawit akan memperbaiki sistem morfologi dan arsitektur akar sehingga terjadi peningkatan penyerapan unsur P yang secara umum tidak mudah bergerak atau tersedia dalam tanah masam.

Efektivitas FMA selain tergantung dari jenis FMA juga sangat tergantung dari jenis tanaman dan jenis tanah serta interaksi antara ketiganya (Brundrett dkk., 1996).

Setiap jenis tanaman memberikan respons yang berbeda terhadap FMA, demikian juga dengan jenis tanah yang berhubungan erat dengan pH dan tingkat kesuburan tanah. Keefektifan FMA ditentukan oleh karakteristik FMA yaitu kemampuan

untuk menginfeksi akar secara cepat agar simbiosis sudah terbentuk saat umur tanaman masih relatif muda. Menurut Heijden (2001) yang dikutip oleh Muzakkir (2011), efektivitas FMA bergantung pada kompatibilitas antara fungi dan tanaman. Oleh karena itu, variasi genetik tanaman maupun fungi mem-pengaruhi efektivitas simbiosis. Oleh sebab itu, apabila kolonisasi telah terjadi dengan baik maka akan terjadi simbiosis mutualistik untuk pertumbuhan tanaman dan FMA.

Simbiosis FMA dengan akar dapat meningkatkan kemampuan tanaman menyerap unsur hara makro, terutama unsur fosfat (P), maupun unsur hara mikro dari dalam tanah (Gunawan, 1993). Hal ini karena benang-benang hifa FMA memiliki akses dan jangkauan lebih luas dalam mengeksploitasi nutrisi di dalam tanah (Smith dan Read, 2008).

Berdasarkan hal di atas perlu dicari dosis pemupukan P yang tepat agar tanaman dapat tumbuh, sistem perakaran, dan eksudasi akar yang baik sehingga dapat dimanfaatkan oleh FMA.

Selain aplikasi mikoriza dan pupuk fosfat, upaya lain yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas bibit pada pembibitan kelapa sawit adalah pemberian bahan organik. Usaha untuk meningkatkan kandungan C organik tanah yaitu dengan penambahan bahan organik ke dalam tanah. Kompos adalah bahan organik yang berasal dari bermacam-macam sumber yang telah mengalami proses dekomposisi di bawah kondisi mesofilik dan termofilik (Sutanto, 2002). Kompos merupakan salah

satu sumber pupuk organik bagi tanaman. Telah terbukti penggunaan kompos hingga takaran tertentu dapat meningkatkan hasil tanaman.

Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun tanah yang penting disamping air dan udara. Jumlah spora FMA tampaknya berhubungan erat dengan kandungan bahan organik di dalam tanah. Jumlah maksimum spora ditemukan pada tanah-tanah yang mengandung bahan organik 1-2 persen sedangkan pada tanah-tanah berbahan organik kurang dari 0.5 persen kandungan spora sangat rendah (Anas, 1997).

Karbon merupakan komponen paling besar dalam bahan organik sehingga pemberian bahan organik akan meningkatkan karbon tanah. Tingginya karbon tanah ini akan mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik secara fisik, kimia, dan biologi (Utami, dan Handayani, 2003). Sieverding (1991) menyatakan adanya tambahan bahan organik akan meningkatkan jumlah mikoriza akibat peningkatan aerasi tanah.

Pada dasarnya kandungan bahan organik dalam tanah dapat ditingkatkan dengan pemberian pupuk organik. Bahan organik akan meningkatkan kinerja FMA, karena karena pemberian bahan organik akan membuat aerasi dan perakaran tanaman menjadi lebih baik, serta eksudat yang dibutuhkan FMA tersedia. Hal ini akan memberikan kesempatan yang lebih tinggi bagi FMA untuk bersimbiosis dengan tanaman.

Berdasarkan hal tersebut di atas, perlu dilakukan pengujian untuk mencari jenis mikoriza, dosis pemupukan P, dan dosis bahan organik yang tepat pada pembibitan kelapa sawit.

## **1.2 Rumusan Masalah Penelitian**

### **1.2.1 Rumusan Masalah Penelitian 1**

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

1. Jenis FMA manakah yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit?
2. Dosis pupuk P manakah yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit?
3. Apakah respons bibit kelapa sawit terhadap pemberian jenis FMA ditentukan oleh dosis pupuk P?
4. Kombinasi perlakuan manakah yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.

### **1.2.2 Rumusan Masalah Penelitian 2**

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

1. Jenis FMA manakah yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit?

2. Dosis bahan organik manakah yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit?
3. Apakah respons bibit kelapa sawit terhadap pemberian jenis FMA ditentukan oleh dosis bahan organik?
4. Kombinasi perlakuan manakah yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

#### **1.3.1 Tujuan Penelitian 1**

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

1. Untuk menentukan jenis FMA yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.
2. Untuk menentukan dosis pupuk P yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.
3. Untuk menentukan apakah respons bibit kelapa sawit terhadap pemberian jenis FMA ditentukan oleh dosis fosfat yang digunakan?
4. Untuk menentukan kombinasi perlakuan yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.

#### **1.3.2 Tujuan Penelitian 2**

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

1. Untuk menentukan jenis FMA yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.
2. Untuk menentukan dosis bahan organik yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.
3. Untuk menentukan apakah respons bibit kelapa sawit terhadap pemberian jenis FMA ditentukan oleh dosis bahan organik yang digunakan?
4. Untuk menentukan kombinasi perlakuan yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Bagi peneliti dan ilmuwan, penelitian ini bermanfaat untuk memilih kombinasi yang tepat dalam pemberian jenis FMA dan dosis pupuk P dalam media pem-bibitan kelapa sawit, memilih kombinasi yang tepat dalam pemberian jenis FMA dan dosis bahan organik dalam media pembibitan kelapa sawit. Bagi Petani, penelitian ini bermanfaat dalam meningkatkan kualitas bibit kelapa sawit. Bagi Pemerintah, penelitian ini bermanfaat dalam penyediaan pupuk hayati dalam sistem pertanian berkelanjutan sehingga akan membantu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawit.

#### **1.5 Kerangka Teoretis**

### 1.5.1 Landasan Teori

Untuk menyusun penjelasan teoretis terhadap pertanyaan yang telah diajukan, penulis menggunakan landasan teori sebagai berikut:

Simbiosis mutualisme antara tanaman inang dan mikroba tanah merupakan dasar pokok dalam mengembangkan bioteknologi mikoriza. Dalam pertumbuhan hidupnya, inang akan mendapatkan unsur hara lebih banyak dari dalam tanah dengan bantuan penyerapan lebih luas dari organ-organ mikoriza pada sistem perakaran dibandingkan yang diserap oleh rambut akar biasa. Hanya inang yang berfotosintesis, sebagai imbalannya, sebagian hasil fotosintat (berupa karbohidrat cair) pada daun berklorofil didistribusikan ke bagian akar inang, dan mikoriza di jaringan korteks akar inang mendapatkan aliran energi untuk hidup dan ber-kembangbiak di dalam tanah. Proses simbiosis mutualistik ini berlangsung terus menerus dan saling menguntungkan seumur hidup inang (Santoso dkk., 2006).

Fungi Mikoriza Arbuskular membentuk spora di dalam tanah dan dapat ber-kembang baik jika berasosiasi dengan tanaman inang. Asosiasi dimulai saat hifa tanah merespons akar diikuti pertumbuhan hifa, membangun suatu kontak dan tumbuh di sepanjang permukaan akar. Penetrasi akar dimulai dengan pembentukan apresorium pada permukaan akar oleh hifa eksternal. Hifa eksternal ini berasal dari spora yang berkecambah ataupun akar tanaman yang sudah terinfeksi. Hifa FMA akan masuk ke dalam akar menembus atau melalui celah antar sel epidermis, kemudian hifa aseptat akan tersebar baik secara interseluler maupun intraseluler di dalam sel korteks

sepanjang akar. Kadang terbentuk jaringan hifa yang rumit di dalam sel-sel kortikal luar. Setelah proses-proses tersebut berlangsung, selanjutnya terbentuk arbuskula, vesikel, dan akhirnya spora (Brundrett dkk., 1996).

Enzim hidrolitik (selulase, pektinase, xyloglukanase) juga terlibat dalam penetrasi dan perkembangan FMA dalam akar tanaman serta meningkatkan proteksi terhadap patogen (Garcia-Garrido dkk., 2000).

Sieverding (1991) melaporkan bahwa mikoriza dapat berasosiasi dengan tanaman tingkat tinggi. FMA yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air. Smith dan Read (2008) menyatakan bahwa kemampuan menginfeksi itu sangat bergantung pada spesies mikoriza dan spesies tanaman inang, sehingga kesesuaian jenis FMA yang diinokulasikan pada tanaman sangat menentukan hasil kerjasama antara tanaman dengan fungi dalam bersimbiosis.

Perbedaan lokasi dan rhizosfer menyebabkan perbedaan keanekaragaman spesies dan populasi FMA. Tanah yang didominasi oleh fraksi lempung (*clay*) merupakan kondisi yang diduga sesuai untuk perkembangan spora *Glomus*, dan genus *Gigaspora* ditemukan dalam jumlah tinggi pada tanah berpasir. Pada tanah berpasir, pori-pori tanah terbentuk lebih besar dibanding tanah lempung dan keadaan ini diduga sesuai untuk perkembangan spora *Gigaspora* yang berukuran lebih besar daripada spora *Glomus* (Baon, 1998).

Sundari dkk. (2011) melaporkan bahwa dari hasil identifikasi spora yang di-lakukan, genus *Glomus* dominan dijumpai pada semua lokasi penelitian (area persawahan desa Bunder, desa Konang, dan desa Sentol, Kabupaten Pamekasan, Madura). Hal ini menunjukkan bahwa *Glomus* mempunyai tingkat adaptasi yang cukup tinggi terhadap lingkungan baik pada kondisi tanah yang masam maupun netral. Menurut Hasbi (2005), *Glomus* mempunyai kemampuan adaptasi dengan jenis tanaman budidaya yang lebih luas jika dibandingkan dengan genus lainnya.

Clark (1997) mengemukakan bahwa *Gigaspora* adalah genus yang toleran terhadap tanah masam dan aluminium tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa *Gigaspora* mampu beradaptasi pada tanah masam dengan bersimbiosis dengan tanaman inangnya.

Fosfor merupakan unsur hara esensial, sehingga tanaman harus mendapatkan fosfor secara cukup untuk pertumbuhannya secara normal. Fungsi penting fosfor untuk tanaman yaitu terlibat dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan menyimpan energi, pembelahan serta pembesaran sel, perkembangan akar, dan pembentukan bunga dan buah, juga biji (Hanafiah, 2005).

Tanaman di Indonesia sebagian besar tidak dapat memanfaatkan pupuk secara maksimal. Hal ini disebabkan tingginya curah hujan yang menyebabkan banyak unsur hara dalam bentuk kation-kation basa yang ikut tercuci. Kondisi ini menyebabkan tanah menjadi banyak mengandung ion  $H^+$  dan tanah menjadi masam (Yuwono, 2006).

Pada kondisi tanah yang masam, banyak kation  $\text{Al}^{3+}$  dan  $\text{Fe}^{3+}$  di dalam tanah yang dapat mengikat ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  yang berasal dari pupuk P, akibatnya sebagian kecil saja pupuk P yang dapat diserap tanaman (Hakim dkk., 1986). Pada kondisi tanah dengan curah hujan rendah seperti di Nusatenggara, biasanya tanah banyak mengandung kapur (tanah alkalin), kation  $\text{Ca}^{2+}$  yang banyak pada tanah tersebut akan mengikat unsur P, akibatnya ketersediaan P dalam tanah juga rendah (Setiawati, 2005).

Pada ketersediaan hara yang rendah, hifa dapat menyerap hara dari tanah yang tidak dapat diserap oleh akar sehingga pengaruh FMA terhadap serapan hara tinggi.

Tetapi, pada kondisi P tersedia yang tinggi dalam tanah, akar tanaman dapat berperan sebagai organ penyerap hara sehingga tanaman mengakumulasi P dalam jumlah yang tinggi. Pada keadaan ini FMA tetap mendapatkan senyawa C dari tanaman sehingga terjadi respons yang negatif terhadap kolonisasi yang mempengaruhi metabolisme tanaman. Dengan demikian, kandungan P tersedia yang sangat tinggi menjadi pembatas pertumbuhan tanaman (Smith dan Read, 2008).

Tanaman bermikoriza menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan tanaman tidak bermikoriza, terutama pada keadaan fosfor tersedia sedikit (Imas dkk., 1989). Kecepatan masuknya P ke dalam hifa FMA dapat mencapai enam kali lebih cepat daripada kecepatan masuknya P melalui rambut akar (Bolan, 1991).

Menurut Smith dan Read (2008), terdapat 3 mekanisme FMA dalam meningkatkan serapan P, yaitu (1) modifikasi kimia oleh FMA terhadap akar tanaman sehingga FMA dapat mengeluarkan enzim fosfatase dan asam-asam organik. Enzim fosfatase

merupakan suatu enzim yang dapat memacu proses mineralisasi P anorganik dengan mengkatalisis pelepasan P dari kompleks anorganik; (2) dengan adanya hifa eksternal FMA, jarak difusi ion-ion fosfat tersebut dapat diperpendek sehingga proses difusi menjadi lebih cepat; dan (3) kemampuan hifa FMA untuk tumbuh melampaui zona deplesi dan men-distribusikan P ke akar merupakan efek positif terhadap serapan P dan per-tumbuhan tanaman. Proses ini terjadi karena afinitas hifa eksternal yang tinggi terhadap P sehingga terjadi pe-ningkatan daya tarik menarik ion-ion fosfat yang menyebabkan pergerakan P lebih cepat ke dalam hifa FMA.

Sieverding (1991) melaporkan bahwa FMA yang menginfeksi sistem perakaran tanaman inang akan memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman bermikoriza akan mampu meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap unsur hara dan air. Terjadinya peningkatan penyerapan unsur hara dan air pada tanaman yang bermikoriza akan membantu memperbaiki pertumbuhan tanaman. Namun, derajat infeksi FMA yang tinggi tidak selalu menjamin pertumbuhan tanaman yang baik. Hal ini diduga karena FMA untuk tetap hidup membutuhkan karbohidrat, sehingga transfer karbohidrat untuk tanaman inang menjadi ber-kurang. Aliran karbohidrat ini tergantung pada spesies tanaman inang dan spesies FMA, namun ditaksir sekitar 1-17% dari total karbohidrat yang digunakan untuk membentuk biomas akar digunakan oleh FMA untuk perkembangan dan aktivitasnya.

Menurut Foth (1991) yang dikutip oleh Chairuman (2008), bahan organik ber-peran penting dalam tanah karena dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Kehadiran bahan organik cukup besar peranannya di dalam tanah yaitu (1)

memperbaiki agregasi dan meningkatkan kemampuan tanah menahan air, (2) meningkatkan kapasitas tukar kation dan ketersediaan hara bagi tanaman, (3) mengurangi aktivitas Al dan Fe dalam memfiksasi P, dan (4) merupakan sumber energi atau makanan bagi mikroorganisme. Sieverding (1991) menyatakan adanya tambahan bahan organik akan meningkatkan jumlah mikoriza akibat peningkatan aerasi tanah.

Murbandono (1995) yang dikutip oleh Jayanegara (2011) menyatakan bahwa pemberian kompos akan memperbaiki sifat fisik tanah yang menyebabkan tanah lebih gembur dan kandungan airnya lebih tinggi, sehingga proses pengambilan unsur hara dan air dari akar ke daun berlangsung lebih baik. Dengan terbentuknya daun, maka aktivitas fotosintesis akan berlangsung, sehingga dibutuhkan unsur hara yang tersedia bagi tanaman.

FMA bersifat sangat aerobik, kekurangan oksigen akan menghambat perkembangan tanaman maupun simbiosis mikoriza (Harley dan Smith, 1983 yang dikutip oleh Saidi, 2006)

### **1.5.2 Kerangka Pemikiran**

Berdasarkan landasan teori, penulis menyusun kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoretis terhadap perumusan masalah sebagai berikut. Untuk mendapatkan bibit kelapa sawit yang berkualitas dibutuhkan faktor-faktor pertumbuhan yang mendukung pertumbuhan bibit, salah satunya adalah kemampuan

akar bibit sawit dalam menyerap unsur hara. Akar bibit sawit mempunyai keterbatasan dalam menyerap unsur hara, sehingga untuk meningkatkan jangkauan akar dalam menyerap unsur hara dapat dilakukan dengan pemberian FMA.

Pemberian FMA dilakukan pada saat tanaman masih muda (bibit berumur 1 bulan) karena epidermis akar masih tipis sehingga FMA dapat menginfeksi akar tanaman. Pada saat akar tanaman diinokulasi dengan spora FMA di sekitar akar tanaman, maka spora akan ber-kecambah dan dengan bantuan appresorium (penebalan massa hifa yang menyempit), hifa melakukan penetrasi dengan menembus sel epidermis melalui permukaan akar atau rambut-rambut akar secara mekanis dan enzimatik (enzim hidrolitik). Enzim hidrolitik yaitu enzim yang memecah polisakarida, lipid, fosfolipid, asam nukleat, dan protein.

Penetrasi ini terjadi jika keadaan rizosfir (lingkungan tumbuh tanaman) sesuai untuk FMA. Keadaan rizosfir ditentukan oleh tanaman inang yang menghasilkan eksudat dalam jumlah dan jenis yang berbeda. Hifa tersebut akan tumbuh dan berkembang dengan memanfaatkan eksudat akar dengan menempel pada sel bagian luar epidermis akar, kemudian menembus sel epidermis akar, dan berkembang dalam jaringan korteks. Selain berkembang dalam sel (arbuskular), hifa juga berkembang pada ruang antar sel dan menggelembung membentuk vesikular. Hifa juga berkembang di luar akar. Hifa ini mampu menyerap unsur hara dari media tanam untuk ditranslokasikan ke akar tanaman melalui arbuskular yang merupakan tempat FMA menerima senyawa karbon hasil fotosintesis dari tanaman inang. Hifa yang berkembang di luar akar kemudian membentuk spora. Spora ini dapat digunakan

untuk perbanyakkan FMA. FMA memanfaatkan sekresi akar tanaman atau zat-zat yang dikeluarkan akar tanaman karena mengandung gula sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan hifanya di awal proses infeksi.

Jika akar bibit tanaman sawit dapat menyerap unsur hara P sehingga kandungan P dalam sel akar cukup tinggi, maka hal tersebut menyebabkan permeabilitas dinding sel akar menjadi rendah, sehingga eksudat yang dikeluarkan berkurang. Hal tersebut menyebabkan hifa FMA kekurangan sumber energi untuk pertumbuhannya dan gagal menginfeksi akar.

Bibit tanaman sawit yang mendapatkan pupuk P yang rendah mempunyai kemampuan untuk menghasilkan nutrisi (eksudat akar) yang dibutuhkan FMA, dengan jumlah eksudat akar yang cukup maka hifa yang keluar dari spora yang berkecambah dapat berkembang dan menginfeksi akar tanaman, kemudian FMA akan tumbuh dan berkembang membentuk hifa-hifa yang panjang dan bercabang di dalam jaringan akar maupun di luar akar, sehingga asosiasi akar dan FMA akan segera terbentuk dan mampu meningkatkan eksplorasi akar ke tanah, serta mempercepat gerakan ion-ion hara terutama P ke permukaan akar.

Hifa FMA memperpanjang daya jelajah akar bibit sawit dalam mencari unsur hara dan air di dalam tanah. Luas rizosfir (lingkungan tumbuh) tanaman bermikoriza menjadi lebih besar dari tanaman Tanpa mikoriza. Akar tanaman yang ber-mikoriza akan memiliki kapasitas yang lebih tinggi dalam penyerapan unsur hara dan air.

Bahan organik dapat menghasilkan asam organik yang dapat mendetoksifikasi Al dan Fe pada tanah masam. Kompos yang diberikan sebagai sumber bahan organik akan memberikan kondisi yang lebih baik bagi perkembangan FMA, karena akan membuat struktur dan tata udara tanah menjadi lebih baik bagi ruang hidup FMA yang membutuhkan oksigen untuk proses metabolisme dalam menghasilkan energi untuk memperbanyak diri. Hal ini akan membantu bibit tanaman sawit untuk mendapatkan unsur hara lebih banyak dari dalam tanah dengan bantuan penyerapan yang lebih luas dari organ-organ FMA pada sistem perakaran karena jaringan hifa FMA di luar akar mempunyai jangkauan yang jauh lebih luas daripada jangkauan akar tanaman. Sedangkan hasil fotosintat (berupa karbohidrat) dari daun bibit tanaman sawit didistribusikan ke bagian akar tanaman sawit, sehingga FMA di jaringan korteks akar bibit tanaman sawit mendapatkan energi untuk hidup dan berkembangbiak di dalam tanah. Dengan tersedianya unsur hara yang cukup maka pertumbuhan bibit tanaman sawit menjadi lebih sehat dan berpotensi unggul.

### **1.5.3 Hipotesis**

#### **1.5.3.1 Hipotesis Penelitian 1**

1. Pemberian FMA jenis *Glomus* sp. Isolat MV7 akan meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit.
2. Aplikasi pupuk P 3/3 dosis akan lebih baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.

3. Jenis FMA yang terbaik untuk bibit kelapa sawit ditentukan oleh dosis pupuk P-nya.

#### **1.5.3.2 Hipotesis Penelitian 2**

1. Pemberian FMA jenis *Glomus* sp. Isolat MV7 akan meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit.
2. Aplikasi bahan organik 1:1 akan lebih baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit
3. Respons pertumbuhan bibit kelapa sawit terhadap pemberian jenis FMA ditentukan oleh dosis bahan organik yang digunakan.