

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Tanaman kelapa sawit memiliki arti penting bagi pembangunan perkebunan nasional. Kelapa sawit juga merupakan sumber perolehan devisa negara Indonesia yang mampu menciptakan kesempatan kerja yang mengarah pada kesejahteraan masyarakat.

Indonesia merupakan salah satu produsen utama minyak sawit (Fauzi *et al.*, 2012). Saat ini Indonesia merupakan produsen minyak sawit mentah (CPO) terbesar didunia. Pada tahun 2012, luas lahan perkebunan di Indonesia mencapai 9 juta ha dengan produksi CPO 24 juta ton per tahun. Produksi ini dikonsumsi di dalam negeri sebesar 5 juta ton, sementara 80 % sisanya di ekspor. Lampung memiliki lahan perkebunan kelapa sawit dengan luasan 118.634 ha pada tahun 2012, dengan produksi CPO sekitar 401.052 ton (Direktorat Jendral Perkebunan, 2012).

Kelapa sawit menghasilkan berbagai bentuk produk olahan. Produk yang dihasilkan pada tingkat perkebunan yaitu buah yang berbentuk tandan buah segar (TBS), produk ini diolah pada unit ekstraksi yang terletak di perkebunan menjadi produk setengah jadi. Produk setengah jadi ini berbentuk minyak kelapa sawit (MKS = crude palm oil, CPO) dan minyak inti kelapa sawit (IKS = palm kernel

oil, PKO). Hasil olahan ini dapat diolah kembali menjadi bermacam – macam produk dan kegunaan (Pahan, 2012).

Produksi kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh kualitas bibit yang digunakan karena tahap pembibitan merupakan titik penentu penyediaan bibit yang baik, sehat, dan berkualitas, sehingga pada saat pembudidayaan di lapangan bibit kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik. Bibit yang berkualitas dapat diperoleh dengan penggunaan pupuk yang tepat yang dapat diperoleh melalui peningkatan daya dukung tanah dan efisiensi pelepasan hara.

Kendala pengembangan kelapa sawit di Indonesia adalah langkanya lahan subur dan biaya pemeliharaan khususnya pemupukan yang relatif tinggi. Pengembangan kelapa sawit banyak diusahakan pada lahan yang tergolong lahan marginal, dengan tingkat kesuburan yang rendah (Hardjowigno, 1993). Sebagian besar tanah di Indonesia meliputi tanah Ultisol yang mempunyai sebaran sangat luas, hampir 25% dari total daratan Indonesia. Hampir semua jenis tanaman dapat tumbuh dan dikembangkan pada tanah ini, kecuali terkendala oleh kesuburan, iklim, dan relief (Kementrian Pertanian, 2010).

Menurut Sieverding (1991), pada tanah Ultisol penambahan bahan organik dan batuan fosfat dapat menjadi sumber unsur hara terutama fosfor (P) yang menjadi masalah utama pada tanah ini. Unsur P yang terlarut dari bahan organik ataupun batuan fosfat pada tanah ini masih mungkin terhambat oleh aktivitas Al dan Fe sehingga menjadi tidak larut atau mengalami penyematan oleh mineral-mineral yang ada. Penambahan bahan organik dan batu fosfat yang dapat mencukupi kebutuhan agar tanah mampu menyediakan hara yang cukup khususnya P pada

tanah ini sangat terbatas. Hal ini dapat menyebabkan tingginya intensitas pemupukan, sedangkan biaya untuk pemupukan menjadi tinggi.

Biaya pemeliharaan kelapa sawit khususnya pemupukan menjadi faktor penentu keberhasilan pengembangan kelapa sawit di Indonesia, karena pemupukan merupakan faktor yang sangat penting untuk meningkatkan produksi dan menjaga stabilitas tanaman. Dalam usaha perkebunan rakyat, swasta, maupun negara, hampir 60 % dari total biaya pemeliharaan dialokasikan untuk biaya pemupukan. Pupuk fosfat mengandung unsur P yang merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar dengan jumlah ketersediaan di dalam tanah yang relatif lebih kecil. Dewasa ini mulai dikembangkan pemanfaatan mikroorganisme yang bermanfaat khususnya Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) sebagai alternatif cara untuk mengatasi masalah ketersediaan unsur hara khususnya P, sebagai unsur hara makro. Fungi Mikoriza Arbuskular pada lahan marginal yang miskin unsur hara mampu meningkatkan penyerapan hara makro (terutama P) dan hara mikro melalui hifa eksternalnya (Simanungkalit, 2004).

Fungi Mikoriza Arbuskular merupakan asosiasi antara fungi dengan akar tanaman yang membentuk jalinan interaksi yang kompleks dan memiliki kemampuan berasosiasi hampir dengan 90% tanaman dan membantu tanaman dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara terutama fosfor. Selain itu, beberapa fungi menghasilkan antibiotik yang dapat menyerang bakteri, virus, dan fungi yang bersifat patogen. FMA ini dapat berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah dengan menyelimuti butir-butiran tanah. Stabilitas agregat dapat meningkat dengan lapisan gel *polysakarida* yang dihasilkan fungi pembentuk

FMA (Anas, 1989). Fungi ini dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif teknologi untuk membantu pertumbuhan bibit kelapa sawit, meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman kelapa sawit yang ditanam pada tanah Ultisol.

De La Cruz (1981) yang dikutip oleh Octaviani (2009) membuktikan bahwa FMA mampu menggantikan kira-kira 50% penggunaan fosfat, 40% nitrogen dan 25% kalium. Meningkatnya efisiensi pemupukan dengan adanya FMA di akar tanaman karena FMA dapat memperpanjang dan memperluas jangkauan akar dalam penyerapan unsur hara. Serapan unsur hara pada tanaman pun meningkat sehingga hasil tanaman juga akan meningkat (Husin dan Marlis, 2000 dalam Octaviani 2009).

Keberhasilan simbiosis salah satunya ditentukan oleh jenis FMA dan tanaman inangnya. Beberapa genus FMA yang umum dijumpai adalah *Glomus*, *Gigaspora*, *Acauluspora*, dan *Scutellospora* (Brundrett *et al.*, 1996). Tetapi setiap jenis FMA memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman (Tian *et al.*, 2004 yang dikutip oleh Nurbaity *et al.*, 2009), sehingga pemilihan isolat FMA yang benar-benar kompatibel dengan tanaman yang dibudidayakan perlu dilakukan. Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) hidup bersimbiosis dengan tanaman inang yang responsif dan memiliki perakaran yang kasar (Simanungkalit 2004).

Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) yang digunakan pada bibit kelapa sawit diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit, sehingga penggunaan pupuk anorganik pada bibit dapat dikurangi. Tetapi pengurangan penggunaan pupuk anorganik diharapkan tidak berpengaruh buruk terhadap bibit,

sehingga bibit dapat tumbuh baik dan menjadi tanaman yang produktif. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menguji lima isolat FMA pada pembibitan kelapa sawit pada dua dosis pupuk NPK.

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

1. Jenis FMA mana yang paling baik dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit ?
2. Dosis pupuk NPK yang paling sesuai untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit ?
3. Apakah respon bibit kelapa sawit terhadap Jenis FMA dipengaruhi oleh dosis pupuk NPK yang diberikan ?
4. Berapakah dosis pupuk NPK terbaik untuk masing-masing jenis FMA yang digunakan ?

1.2 Tujuan Penelitian

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

1. Menentukan jenis FMA yang paling sesuai untuk pembibitan kelapa sawit.
2. Menentukan dosis pupuk NPK yang paling baik untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.
3. Mengetahui apakah respon bibit kelapa sawit terhadap jenis FMA ditentukan oleh dosis pupuk NPK.
4. Menentukan dosis pupuk NPK terbaik untuk masing-masing isolat FMA.

1.3 Landasan Teori

Dalam rangka menyusun penjelasan teoretis terhadap pertanyaan yang telah dikemukakan, penulis menggunakan landasan teori sebagai berikut. Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh dan berproduksi tinggi jika dikelola dengan baik. Pengelolaan yang baik meliputi kegiatan pemupukan yang sangat dibutuhkan bagi tanaman untuk tumbuh dan berproduksi. Hal ini disebabkan karena tanaman tidak cukup hanya dengan menyerap unsur hara yang ada di tanah, tetapi membutuhkan pemupukan yang cukup banyak. Unsur hara yang dibutuhkan dalam pemupukan kelapa sawit adalah N, P, K, Mg, Cu, dan B (Mangoensoekarjo, 2007).

Rendahnya ketersediaan fosfor (P) pada tanah Ultisol yang menjadi kendala utama bagi pertumbuhan tanaman. Sumber P pada tanah ini umumnya rendah sampai sangat rendah baik organik maupun anorganik, oleh karena itu diperlukan tambahan sumber P. Pengikatan P terlarut oleh mineral yang ada dapat menyebabkan jumlah P tersedia menjadi rendah, dan hal ini tidak cukup efektif diatasi dengan penambahan bahan-bahan yang mengandung P saja (Notohadiprawiro, 2006).

Menurut Leiwakabessy (1988), pemupukan P menjadi masalah penting karena rendahnya efisiensi pemupukan. Ketersediaan unsur P sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Pada tanah masam yang memiliki pH rendah, kelarutan Al^{3+} dan Fe^{3+} yang tinggi dapat berikatan dengan fosfat. Kondisi ini yang dapat menyebabkan unsur P menjadi tidak tersedia bagi akar tanaman (Salisbury dan Ross, 1995).

Menurut Nyakpa *et al.* (1988), dalam tanaman unsure P berperan pada proses fotosintesis, glikolisis, metabolisme asam amino, oksidasi biologis, dan sejumlah reaksi dalam proses kehidupan yang lainnya, sehingga unsur P sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk dapat tumbuh dan berproduksi tinggi. Selain itu, fosfat berfungsi dalam pembelahan sel, pembentukan albumin, memperkuat batang sehingga tanaman tidak mudah tumbang, perkembangan akar, ketahanan tanaman terhadap penyakit, metabolisme karbohidrat, dan menyimpan serta memindahkan energi (Hardjowigeno, 2002 ; Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

Mikoriza merupakan bentuk hubungan simbiosis mutualisme antara akar tanaman dengan fungi. Pada hubungan simbiosis ini baik fungi maupun tanaman memperoleh keuntungan yaitu, bagi tanaman inang serangan patogen dapat berkurang dan lebih tahan terhadap lingkungan yang ekstrem, sebaliknya fungi dapat memenuhi keperluan hidupnya berupa senyawa karbon dari tanaman inang. Fungi mikoriza ini juga dapat membantu tanaman mengambil unsur hara yang terikat didalam tanah, sehingga pertumbuhan tanaman akan lebih baik (Anas, 1997).

Tanaman yang akarnya diinokulasi dengan mikoriza dapat menyerap unsur hara yang terikat di dalam tanah dan yang tidak tersedia bagi tanaman. Hal ini disebabkan karena mikoriza dapat efektif meningkatkan daya serap tanaman terhadap unsur hara, baik unsur hara makro maupun mikro, sehingga tanaman yang diinokulasi dengan mikoriza akan tumbuh lebih baik dari pada tanaman yang tidak diinokulasi dengan mikoriza (Anas, 1997).

Inokulasi FMA pada tanaman kelapa sawit dapat meningkatkan efisiensi pemupukan dan serapan hara. Menurut Sieverding (1991), keberhasilan inokulasi FMA tergantung kepada spesies FMA serta potensi dari inokulum. Lebih jauh dikemukakan bahwa keefektifan FMA berhubungan dengan beberapa faktor yaitu status tanaman inang, hara tanah, kepadatan propagul, dan kompetisi antara FMA dan mikroorganisme tanah yang lainnya. FMA tidak memiliki inang yang spesifik secara alami. Setiap jenis FMA telah ditemukan menginfeksi banyak jenis tanaman dari bermacam-macam genus, famili, dan kelas (Harley dan Smith, 1983 yang dikutip oleh Rini, 1996).

Perakaran bibit kelapa sawit yang diinokulasi FMA lebih baik dibandingkan dengan bibit yang tidak diinokulasi. Menurut Salisbury dan Ross (1995), akar merupakan organ penting untuk menunjang pertumbuhan tanaman karena fungsinya dalam penyerapan hara, air, dan penopang tegaknya tanaman. Alasan tanaman sulit menyerap air dan hara mineral, karena terbatasnya kemampuan akar menjangkau air dan hara mineral yang berada jauh di dalam tanah.

Smith dan Read (2008) membagi mikoriza kedalam dua subdivisi besar yaitu ektomikoriza dan endomikoriza. Ektomikoriza dicirikan dengan mantel dan jaringan Hartig hifa interselular di akar tanaman, sedangkan endomikoriza memiliki ciri hifa intraselular. Endomikoriza terdiri atas fungi mikoriza arbuskula (FMA), orchidaceous, dan ericoid.

Pada jenis FMA, jaringan hifa masuk kedalam sel kortek akar dan membentuk struktur yang khas berbentuk oval yang disebut vesikular dan sistem percabangan hifa yang disebut arbuskular, sehingga endomikoriza disebut juga vesicular-

arbuskular mycorrhizae (VAM). Hifa FMA masuk kedalam sel korteks dari akar serabut. Hifa ini tidak membentuk selubung yang padat, namun membentuk miselium yang tersusun longgar pada permukaan akar, tetapi karena tidak semua genus fungi tergolong dalam VAM memiliki vesicular, maka saat ini VAM disebut sebagai Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) (Harijoko *et al.*, 2006).

Suhardi (1989) mengemukakan bahwa FMA adalah salah satu fungi yang dapat bersimbiosis dengan akar tanaman dan melalui hifa eksternal mampu meningkatkan serapan hara immobil dari dalam tanah terutama fosfor sehingga dapat mengurangi gejala defisiensi dan mengurangi penggunaan pupuk NPK. Adanya simbiosis mutualistik memungkinkan fungi memperoleh fotosintat atau senyawa organik (terutama gula dari tanaman inang), dan sebaliknya fungi akan membantu penyerapan hara dan air untuk tanaman.

Menurut Bonfante dan Biancetto (1995) yang dikutip oleh Gustiawan (2011), fase kontak dan proses infeksi FMA dengan akar tanaman dapat dijelaskan sebagai berikut: Adanya akar tanaman inang, fungi melalui hifanya akan kontak dengan tanaman inang melalui proses simbiotik. Fase kontak dimulai dengan kejadian seperti pertentangan pertumbuhan fungi dengan akar tanaman, pola percabangan akar baru, dan pada akhirnya terbentuk apresorium. Apresorium adalah struktur yang berupa penebalan masa hifa yang kemudian menyempit seperti sudut lancip, dan merupakan struktur terpenting dalam siklus hidup FMA. Hal ini dapat diinterpretasikan sebagai kunci untuk pengenalan interaksi yang berhasil dengan bakal calon tanaman inang. Fase kontak akan diikuti dengan fase simbiotik. Apresorium akan membantu hifa menembus ruang sel epidermis melalui

permukaan akar, atau rambut-rambut akar dengan cara mekanis dan enzimatik. Hifa yang telah masuk ke lapisan korteks kemudian menyebar di dalam dan diantara sel-sel korteks. Hifa tersebut akan membentuk benang-benang bercabang yang mengelompok yang disebut arbuskular yang berfungsi sebagai jembatan transfer unsur hara antara fungi dan tanaman inang. Pada sistem ini, perakaran yang terinfeksi akan muncul hifa yang terletak diluar akar, yang menyebar disekitar daerah perakaran dan berfungsi sebagai alat pengabsorpsi unsur hara. Hifa eksternal ini dapat membantu memperluas daerah penyerapan hara oleh akar tanaman.

Suatu spesies FMA dapat dikatakan efisien penggunaannya apabila memenuhi indikator sebagai berikut: (1) Mampu mengkolonisasi akar secara cepat dan ekstensif, (2) mampu bersaing dengan mikroorganisme lain untuk menginfeksi dan mengabsorpsi dan mentransfer nutrisi, (3) mampu membentuk miselium secara ekstensif, (4) mampu mengabsorpsi dan mentransfer nutrisi untuk tanaman, dan (5) mampu meningkatkan keuntungan non-nutrisi kepada tanaman, seperti kestabilan agregat dan stabilitas tanah (Novriani dan Madjid, 2009).

Mekanisme peningkatan penyerapan unsur hara oleh adanya FMA menurut Suhardi (1989) dapat diterangkan sebagai berikut:

- a. Hifa eksternal yang berkembang diluar akar akan memperluas daerah penyerapan akar sehingga volume tanah yang dapat dijangkau juga meningkat.
- b. Kegiatan metabolisme akar yang memiliki FMA akan lebih tinggi, dengan konsumsi oksigen 2-4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan akar tanaman tanpa FMA. Dengan demikian, akar yang memiliki FMA dapat memperbesar

penyerapan garam-garam dengan memperbesar suplai ion-ion hidrogen yang dapat dipertukarkan.

- c. Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) mempunyai enzim fosfatase yang dapat membantu penyerapan fosfor yang tidak tersedia bagi tanaman.

Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) juga menghasilkan enzim fosfatase yang mampu mengkatalis hidrolisis kompleks fosfat tidak larut yang terdapat di dalam tanah menjadi bentuk fosfat larut yang tersedia bagi tanaman (Fakuara dan Setiadi 1990 dalam Niswati et al., 1996). Selanjutnya fosfat larut ini dengan cepat akan diserap langsung oleh hifa eksternal FMA dan kemudian di transfer ke tanaman inang.

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 Widiastuti *et al.* (2005) menunjukkan bahwa spesies *Acaulospora tuberculata* lebih efisien dibandingkan dengan *Gigaspora margarita* pada tanaman kelapa sawit. Penelitian dengan menggunakan bibit manggis menghasilkan bahwa spesies *Glomus manihotis* lebih efisien dalam meningkatkan tingkat kehijauan daun dibandingkan *G. Mosseae* (Yansyah, 2005). *G. macrocarpus* sangat lambat mengkolonisasi akar *Allium cepa*, sedikit atau tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan tanaman atau pengambilan P, sedangkan *G. mosseae* dan *Gigaspora* mengkolonisasi akar *allium cepa* lebih cepat sehingga pengambilan P dan pertumbuhan meningkat. *Glomus fasciculatum* memberikan kolonisasi FMA tertinggi dibanding *G. mosseae* dan *G. macrocarpus* (Daniels dan Trappe, 1980).

Glomus deserticola beradaptasi paling baik dan paling efektif menginfeksi dibawah kondisi cengkaman kekeringan pada tanaman (Ruiz-Lozano, Azcon, dan Gomez., 1995).

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

Jenis FMA yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis *Glomus* sp. yang diperoleh dari tanaman inang kelapa sawit didaerah sekampung udik (Lampung) dan jarak di daerah Notonegoro (Jember), dan jenis *Entrophospora* sp. yang diperoleh dari tanaman inang kelapa sawit didaerah Sri Bawono , Sekampung Udik (Lampung), dan Bentar Kersik (Medan). Menurut Siradz dan Kabirun (2007), Secara umum pemberian jenis *Glomus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena FMA jenis ini mudah beradaptasi pada tanah marginal yang menyebabkan infeksi akar meningkat. Sedangkan jenis *Entrophospora* sp. dapat ditemukan di daerah tanah berliat sehingga adaptasi diharapkan dapat meningkatkan pengaruh FMA terhadap tanaman.

Pada ketersediaan hara yang rendah atau tanah yang tidak subur, hifa dapat menyerap hara dari tanah yang tidak dapat diserap oleh akar sehingga pengaruh FMA terhadap serapan hara tinggi. Tetapi pada kondisi tanah yang subur dengan

kandungan P yang cukup tinggi dalam tanah, akar tanaman berperan sebagai organ penyerap hara sehingga tanaman mengakumulasi P dalam jumlah yang tinggi. Keadaan ini membuat FMA tetap mendapatkan hasil fotosintat dari tanaman untuk hidup, sehingga terjadi penolakan respon terhadap kolonisasi yang mempengaruhi metabolisme tanaman. Hal ini menyebabkan kandungan P yang sangat tinggi akan menjadi pembatas pertumbuhan tanaman (Smith dan Read, 2008).

1.4 Kerangka pemikiran

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan, berikut ini disusun kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoretis terhadap perumusan masalah (Gambar 1). Peningkatan produksi kelapa sawit dapat diusahakan dengan cara mengaplikasikan FMA dan pupuk NPK. Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) yang berupa spora diinokulasikan pada akar bibit kelapa sawit yang telah berumur 1 bulan. Asosiasi FMA dengan akar bibit kelapa sawit dimulai saat hifa yang dihasilkan oleh spora merespon akar yang diikuti dengan pertumbuhan hifa. Hifa akan tumbuh dan berkembang di sepanjang permukaan akar. Penetrasi akar dimulai dengan terbentuknya apresorium, apresorium merupakan tempat pada akar tanaman dimana hifa menempel. Kemudian akan terbentuk simbiosis antara FMA dan tanaman, lalu tanaman akan memberikan sebagian fotosintatnya kepada FMA yang memungkinkan FMA berkembang dan memperluas bidang penyerapan hara.

Hifa FMA yang berkembang di dalam akar (internal) kemudian masuk terus tumbuh melalui celah antar sel epidermis, sehingga hifa aseptat tersebar secara

interseluler (antar sel) maupun intraseluler (dalam sel) pada sel korteks di sepanjang akar. Hifa intraseluler yang sudah mencapai sel korteks lalu menembus sel dan akan membentuk sistem percabangan hifa yang kompleks, sehingga terlihat seperti pohon kecil yang memiliki cabang yang bernama arbuskular. Sementara pada hifa interseluler akan terjadi pembengkakan dan membentuk struktur yang bernama vesikular, vesikular ini merupakan organ tempat cadangan makanan disimpan berupa lemak yang dapat digunakan untuk perkembangan FMA .

Selain terbentuknya hifa di dalam akar, sebagian hifa FMA juga berkembang di luar akar tanaman (eksternal). Pada hifa eksternal akan terbentuk spora yang merupakan bagian penting dari FMA. Terdapatnya hifa eksternal dapat meningkatkan kapasitas penyerapan hara. Produksi jalinan hifa eksternal secara intensif dapat meningkatkan kapasitas akar dalam menyerap unsur hara, dan dapat menembus daerah penipisan nutrien yang terdapat di sekitar perakaran untuk menyerap unsur hara dari daerah tersebut.

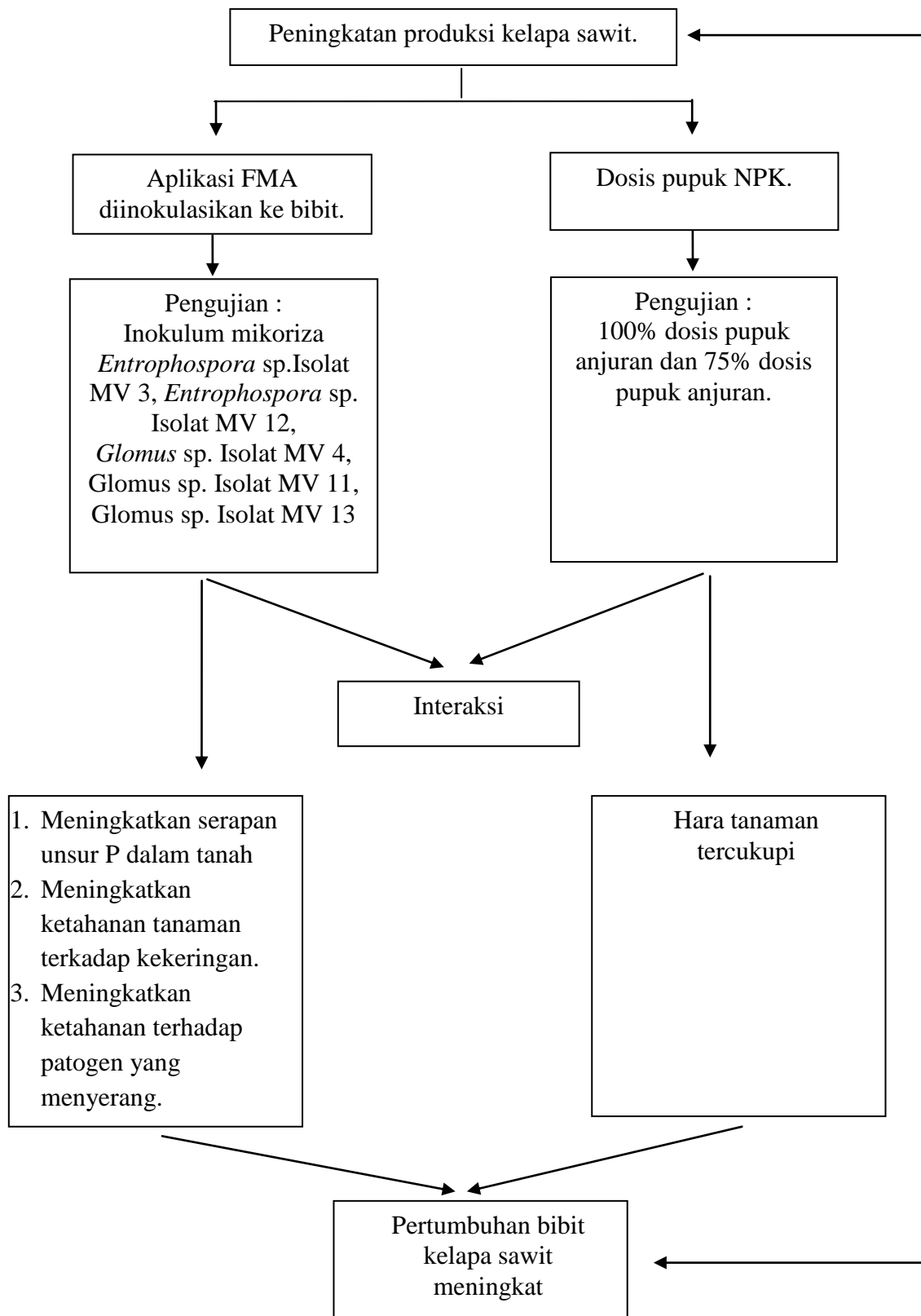
Hifa eksternal yang terbentuk mampu meningkatkan kemampuan akar dalam menyerap air dan unsur hara. Tanaman yang berasosiasi dengan mikoriza mampu menyerap air hingga pori terkecil, sehingga kelembaban pada stomata dapat selalu terjaga. Kondisi stomata ini akan mengakibatkan laju fotosintesis meningkat, sehingga fotosintat hasil fotosintesis meningkat yang kemudian akan diangkut ke organ atau jaringan lain agar dapat dimanfaatkan. Fotosintat dapat dimanfaatkan oleh organ atau jaringan untuk pertumbuhan, pembelahan sel, ataupun ditimbun sebagai cadangan makanan. Oleh karena itu, tanaman yang berasosiasi dengan

FMA akan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, pertumbuhan akar, maupun bobot kering berangkasan pada bibit kelapa sawit yang telah terinfeksi FMA.

Fungsi utama hifa eksternal adalah untuk menyerap unsur hara terutama fosfor dari dalam tanah. Hifa FMA mengandung enzim fosfatase yang mampu memutuskan ikatan-ikatan kovalen Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , dan liat dengan P, sehingga unsur P dapat tersedia bagi tanaman. Unsur P yang tersedia bagi tanaman lalu diserap oleh hifa eksternal pada akar, kemudian disalurkan ke dalam hifa internal yang dipertukarkan dengan sel akar melalui arbuskul. Di dalam arbuskular, senyawa polifosfat dipecah menjadi fosfat organik yang kemudian dilepas ke seluruh sel tanaman inang. Pada akar kemudian unsur tersebut disalurkan ke xilem untuk diangkut ke daun dan bagian tanaman yang lainnya.

Perkembangan dan aktifitas mikoriza dipengaruhi oleh tingkat pemupukan fosfor. Unsur fosfor sebagian besar tidak tersedia bagi tanaman di dalam tanah, sehingga efisiensi serapan hara fosfor sangat rendah. Hal ini menyebabkan dosis pemupukan fosfor mempengaruhi perkembangan FMA. Kandungan fosfor yang tersedia tinggi dalam tanah akan menghambat pertumbuhan FMA, karena akar tanaman mampu menyerap hara fosfor yang terdapat disekitarnya tanpa bantuan lagi dari FMA. Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) yang telah menginfeksi akar tanaman menjadi tidak berfungsi dalam proses penyerapan unsur hara yang menyebabkan FMA tidak berkembang, sehingga FMA dapat menjadi parasit bagi tanaman karena FMA ikut memanfaatkan fotosintat dari tanaman tanpa perlu membantu tanaman dalam proses penyerapan unsur hara.

Perkembangan FMA dipengaruhi oleh kesuburan tanah, tanaman inang, serta asal FMA diperoleh. Pada tanah yang subur ketersediaan unsur P sudah tinggi, sehingga akar mampu menyerap unsur P tanpa bantuan FMA dan hal ini menyebabkan FMA menjadi parasit bagi tanaman. Jenis FMA yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis *Glomus* sp. yang diperoleh dari tanaman inang kelapa sawit di daerah sekampung udik (Lampung) dan jarak di daerah Notonegoro (Jember), dan jenis *Entrophospora* sp. yang diperoleh dari tanaman inang kelapa sawit di daerah Sri Bawono , Sekampung Udik (Lampung), dan Bentar Kersik (Medan). Secara umum pemberian jenis *Glomus* sp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena FMA jenis ini mudah beradaptasi pada tanah marginal yang menyebabkan infeksi akar meningkat. Sedangkan jenis *Entrophospora* sp. dapat ditemukan di daerah tanah berliat sehingga adaptasi diharapkan dapat meningkatkan pengaruh FMA terhadap tanaman.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran.

1.5 Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah dikemukakan dapat disimpulkan hipotesis sebagai berikut :

1. FMA jenis *Glomus* sp. yang paling sesuai untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.
2. Dosis pupuk NPK 100% dari dosis anjuran baik digunakan untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.
3. Respon bibit kelapa sawit terhadap inokulasi jenis-jenis isolat FMA ditentukan oleh dosis pemupukan NPK.
4. Dosis Pupuk NPK 75% dari anjuran baik digunakan untuk isolat FMA dan tanpa FMA..