I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Sektor perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia berkembang dengan sangat pesat dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Jika pada tahun 1998 luas areal perkebunan kelapa sawit 2,7 juta ha dengan volume produksi CPO (Crude Palm Oil/minyak sawit mentah) 5,6 juta ton, volume ekspor minyak sawit sebesar 852.843 ton dengan nilai US $ 333.866.000, maka pada tahun 2003 luas areal perkebunan kelapa sawit mencapai 5,06 juta ha dengan volume produksi CPO sebesar 9,6 juta ton atau rata-rata 1,8 ton per ha/th, volume ekspor minyak sawit sebesar 6,333 juta ton dengan nilai US$ 2,092 miliar. Komposisi kepemilikan areal perkebunan kelapa sawit terdiri atas perkebunan rakyat 29,7%, PTPN 13,2%, dan perkebunan besar swasta 57,1% (Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan, 2004 yang dikutip oleh Advertorial, 2010). Pada tahun 2008, luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia hampir mencapai 7 juta ha.

Seperti tanaman lain, kelapa sawit juga rentan terhadap serangan sejumlah penyakit. Salah satu penyakit kelapa sawit yang paling penting adalah busuk pangkal batang (BPB). Penyakit BPB yang disebabkan oleh jamur *Ganoderma* sp. adalah penyakit yang paling serius pada kelapa sawit khususnya di Malaysia

dan Indonesia yang merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia (Adventorial, 2010).

Penyakit BPB pertama kali diungkap pada tahun 1915 di Republik Kongo, Afrika Barat. Di Malaysia dulunya penyakit ini menginfeksi kelapa sawit tua yang berusia lebih dari 25 tahun yang memang akan ditanami kembali (*replanting*) sehingga BPB dianggap tidak penting secara ekonomis. Namun, menjelang tahun 1960-an, ketika kelapa sawit mulai dianggap sebagai tanaman perkebunan unggulan, penyakit BPB terus meningkat ketika tanaman kelapa sawit yang berusia lebih mudapun (10—15 tahun) terinfeksi. Bahkan baru-baru ini, *Ganoderma* sp. telah menyerang kelapa sawit umur 12—24 tahun dan bahkan tanaman berumur 4—5 tahun, terutama di areal *replanting* yang pada awalnya ditanami tanaman kelapa (Flood *et al.*, 2000 yang dikutip oleh Bastaman, 2011).

Serangan penyakit BPB di Indonesia awalnya rendah pada tanaman kelapa sawit berumur 7 tahun, selanjutnya serangan meningkat sebesar 40% ketika tanaman kelapa sawit mencapai umur 12 tahun. Pada pertanaman generasi keempat, serangannya terjadi lebih awal yaitu pada tanaman berumur 1 hingga 2 tahun. Penyakit tersebut dapat menyerang bibit-bibit kelapa sawit sejak di persemaian. Hal ini diduga karena patogen penyebab penyakit tersebut semakin menyebar pada lahan yang sering diremajakan (Advertorial, 2010).

Penyakit BPB dapat menyebabkan rendahnya produksi minyak sawit dan penurunan bobot tandan buah segar (*fresh fruit bunch*). Kerusakan yang ditimbulkan dapat mencapai 80% hingga 100%, bahkan dapat menyebabkan

kematian pada tanaman yang terserang (Yulianti, 2001 yang dikutip oleh Antakowisena, 2011).

Penyakit BPB merupakan ancaman bagi berbagai perkebunan kelapa sawit di Indonesia, terutama pada kebun yang telah mengalami peremajaan berulang. Pada kebun yang telah mengalami peremajaan tiga kali dengan tanaman belum menghasilkan (tbm), kejadian penyakit sudah terjadi hingga 11%. Hasil penelitian Sinaga (2003) menunjukkan bahwa semakin sering kebun sawit mengalami peremajaan atau pada areal pertanaman kelapa sawit sebelumnya ditanami dengan kopi, karet atau tanaman perkebunan lainnya, maka semakin rendah keragaman, kelimpahan, dan pemerataan agens biokontrol yang ditemukan. Berkurangnya keberadaan, keragaman, dan kelimpahan agen antagonis (kurang dari 105 cfu/g tanah) akan menyebabkan tingginya kejadian penyakit BPB (Sinaga *et al*., 2003 yang dikutip oleh Adventorial, 2010).

Alternatif pengendalian BPB dapat dilakukan dengan cara pemberian agen antagonis pada awal pembibitan kelapa sawit sejak di persemaian yaitu dengan menggunakan fungi mikoriza arbuskular (FMA). Fungi mikoriza arbuskular merupakan asosiasi antara fungi tertentu dengan akar tanaman yang membentuk jalinan interaksi yang kompleks. Fungi mikoriza arbuskular dikenal dengan fungi tanah karena habitatnya berada di dalam tanah dan berada di area perakaran tanaman (rizosfer). Mikoriza ini pada setiap jenisnya selalu membentuk arbuskular tetapi tidak semua jenis membentuk vesikular sehingga mikoriza tersebut pada saat ini disebut fungi mikoriza arbuskular.

Istilah mikoriza diambil dari Bahasa Yunani yang secara harfiah berarti fungi (*mykos* = miko) dan akar (*rhiza*). Mikoriza ini membentuk simbiosis mutualisme antara fungi dan akar tumbuhan. Fungi memperoleh karbohidrat dalam bentuk gula sederhana (glukosa) dari tumbuhan. Sebaliknya, fungi menyalurkan air dan hara yang diserap dari tanah untuk tumbuhan. Disamping itu, fungi mikoriza arbuskular juga berperan dalam meningkatkan ketahanan hidup bibit terhadap penyakit (Novriani dan Madjid, 2010).

Pada ekosistem alami, peranan utama fungi mikoriza adalah melindungi sistem perakaran dari patogen endemik diantaranya melalui kompetisi nutrisi dengan patogen dan induksi mekanisme ketahanan pada inang (Read *et al.*, 1992).

Akar tanaman yang bermikoriza dapat memproduksi antibiotik yang dapat menghambat pathogen dibanding dengan akar yang tidak bermikoriza. Bahan ini bila terdapat dalam jumlah cukup banyak dapat membatasi perkembangan patogen hingga keadaan simbiotik terjadi (Krupa dan Fries, 1971 yang dikutip oleh Hadian, 2010).

Mekanisme lain yang membuat tanaman bermikoriza lebih tahan terhadap serangan pathogen adalah fungi mikoriza arbuskular memiliki akses utama dalam penyaluran fotosintat tanaman, sehingga patogen tidak akan mendapatkan akses yang sama untuk fotosintat tanaman. FMA juga akan melakukan perubahan dalam fisiologi tanaman yang dapat menentukan pola eksudasi akar, dan akibatnya terjadi perubahan kualitatif dan kuantitatif mikroba di rizhosper. Hal ini dapat menstimulasi perbanyakan komponen dari mikroba tanah yang pada

akhirnya semakin berkembangnya mikroba antagonis bagi patogen akar (Smith *et al.*, 1994 yang dikutip oleh Rini, 2001).

Fungi mikoriza arbuskular akan meningkatkan laju respirasi tanaman yang diindikasikan berasal dari aktivasi metabolik yang tinggi, yang dapat menentukan kebutuhan tanaman untuk bereaksi lebih efektif untuk melawan patogen akar (Dugassa *et al*., 1996 yang dikutip oleh Rini, 2001).

Hingga saat ini, sedikit laporan tentang pengaruh aplikasi berbagai jenis mikoriza untuk peningkatan ketahanan bibit kelapa sawit terhadap serangan *Ganoderma* sp. Oleh karena itu, perlu dilaksanakan penelitian tentang pengaruh berbagai jenis mikoriza pada pertumbuhan kelapa sawit di pembibitan dengan menggunakan media tanah yang terinfeksi *Ganoderma* sp.

1.2 Perumusan Masalah Penelitian

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

1. Jenis fungi mikoriza arbuskular (FMA) manakah yang paling sesuai untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit?
2. Apakah *Ganoderma* sp. yang terdapat dalam media tanah mampu menginfeksi akar kelapa sawit dan menghambat pertumbuhan bibit kelapa sawit?
3. Jenis FMA manakah yang paling sesuai untuk meningkatkan ketahanan bibit kelapa sawit terhadap serangan *Ganoderma* sp.?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mendapatkan jenis FMA yang paling sesuai untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit.
2. Untuk mengetahui apakah *Ganoderma* sp. yang terdapat dalam media tanah mampu menginfeksi akar kelapa sawit dan menghambat pertumbuhan bibit kelapa sawit.
3. Untuk mendapatkan jenis FMA yang paling sesuai untuk meningkatkan ketahanan bibit kelapa sawit terhadap serangan penyakit *Ganoderma* sp.

1.4 Manfaat Penelitian

Bagi peneliti, penelitian ini bermanfaat untuk mendapatkan jenis inokulum FMA yang sesuai untuk meningkatkan pertumbuhan dan daya tahan bibit kelapa sawit terhadap patogen *Ganoderma* sp.. Bagi petani, informasi dari penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui manfaat mikoriza bagi pertumbuhan bibit kelapa sawit sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani.

1.5 Kerangka Teoretis

1.5.1 Landasan Teori

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

Fungi mikoriza arbuskular merupakan tipe asosiasi mikoriza yang tersebar sangat luas dan ada pada sebagian besar ekosistem yang menghubungkan antara tanaman

dengan rizosfer. Simbiosis terjadi dalam akar tanaman dimana fungi mengolonisasi apoplast dan sel korteks untuk memperoleh karbon hasil fotosintesis dari tanaman (Delvian, 2006 yang dikutip oleh Novriani dan Madjid, 2010). Mikoriza ini termasuk fungi divisi *Zygomicetes*, famili *Endogonaceae* yang terdiri dari genus *Glomus, Entrophospora, Acaulospora, Archaeospora, Paraglomus, Gigaspora* dan *Scutellospora*. Hifa fungi memasuki sel korteks akar, sedangkan hifa yang lain masuk ke dalam tanah (Morton, 2003 yang dikutip oleh Novriani dan Madjid, 2010).

Fungi mikoriza arbuskular bersimbiosis dengan lebih dari 80% tanaman dan FMA terdapat pada sebagian besar ekosistem alam dan pertanian serta memiliki peranan yang penting dalam pertumbuhan, kesehatan dan produktivitas tanaman (Novriani dan Madjid, 2010). Tanaman yang bermikoriza tumbuh lebih baik dari tanaman tanpa mikoriza, karena mikoriza secara efektif dapat meningkatkan penyerapan unsur hara baik unsur hara makro maupun mikro. Selain itu, akar yang bermikoriza dapat menyerap unsur hara dalam bentuk terikat dan yang tidak tersedia bagi tanaman (Anas, 1997).

Asosiasi antara FMA dengan bakteri rizosfir yang bersifat menguntungkan telah banyak dibahas oleh para peneliti. Bakteri yang berasosiasi dengan FMA juga berpotensi meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen akar. Aktivitas biokontrol yang dilakukan oleh FMA di dalam tanah terutama daerah rizosfir berkaitan dengan bakteri yang berasosiasi dengan FMA (Cruz *et al.*, 2008).

Respon tanaman terhadap simbiosis dengan FMA dipengaruhi banyak faktor antara lain spesies fungi. Walaupun FMA mempunyai kespesifikan yang lebih rendah dibandingkan dengan simbiosis mikroorganisme lainnya seperti *Rhizobium*, tetapi masing-masing spesies FMA memiliki respons yang berbeda terhadap lingkungannya. Interaksi suatu spesies FMA dengan lingkungannya dapat menghasilkan respons yang spesifik dari masing-masing spesies.

Mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui perlindungan tanaman dari patogen akar. Struktur mikoriza dapat berfungsi sebagai pelindung biologi terhadap serangan penyakit. Mekanisme perlindungan dapat diterangkan sebagai berikut :

1. Adanya selaput hifa (mantel) pada akar dapat berfungsi sebagai barier masuknya patogen.
2. Mikoriza menggunakan hampir semua kelebihan karbohidrat dan eksudat yang dihasilkan oleh akar, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok untuk patogen.
3. Fungi mikoriza dapat mengeluarkan antibiotik yang dapat mematikan patogen.
4. Akar tanaman yang sudah diinfeksi fungi mikoriza, tidak dapat diinfeksi oleh cendawan patogen yang menunjukkan adanya kompetisi (Imas *et al.*, 1989).

Menurut Clark (1997) yang dikutip oleh Widiastuti *et al.* (2005), *Acaulospora* dan *Gigaspora* adalah genus yang toleran terhadap tanah masam dan aluminium tinggi, namun genus *Acaulospora* lebih banyak dijumpai pada tanah masam.

Pertumbuhan bibit yang diinokulasi *A. tuberculata* yang baik khususnya pada inokulasi 200 dan 350 spora kemungkinan disebabkan lebih mampunya spesies ini beradaptasi pada kondisi tanah yang bereaksi masam dan mengandung Al relatif tinggi. Adaptasi yang tinggi menyebabkan spora dapat berkecambah dan selanjutnya menginfeksi jaringan akar tanaman dan menyebar di akar tanaman.

Anas *et al.* (1999) melaporkan bahwa FMA jenis *Glomus* sp. memiliki derajat infeksi akar yang tinggi (61%), sedangkan FMA jenis *Entrophospora* sp. tidak mampu menginfeksi akar bengkuang. Hasil penelitian Haryani (2000) menunjukkan bahwa inokulasi *Glomus aggregatum* dan *Glomus manihotis* pada bibit kelapa sawit mampu meningkatkan pertumbuhan dan serapan P-tajuk.

Fungi mikoriza arbuskular juga bisa memberikan kekebalan bagi tanaman inang. Fungi ini mampu menghasilkan bahan antibiotik untuk melawan penyakit. Mikoriza sangat mengurangi perkembangan penyakit busuk akar yang disebabkan oleh *Phytopthora cenamoni* (Anas, 1997).

Menurut penelitian Ho dan Khairudin (1995) yang dilakukan di dalam rumah kaca, bibit kelapa sawit yang terserang *Ganoderma* sp. menunjukkan gejala awal berupa munculnya klorosis atau garis-garis pada daun tertua diikuti dengan nekrosis daun. Daun yang baru membuka lebih kecil dan kadang-kadang cacat dengan permukaan yang tidak rata. Pada tingkat serangan lebih lanjut, pertumbuhan sawit menjadi menurun dan biasanya basidiospora muncul di pangkal batang muda, akhirnya semua daun termasuk daun tombak yang belum terbuka menjadi nekrotik (Ho dan Khairudin, 1995 yang dikutip oleh Rini, 2001).

Gejala internal yang disebabkan oleh *Ganoderma* sp. pada kelapa sawit yaitu terjadinya pembusukan di pangkal batang. Pada jaringan batang yang busuk, lesio tampak sebagai daerah berwarna coklat muda disertai adanya daerah berwarna gelap berbentuk pita tidak beraturan. Pita ini sering disebut sebagai zona reaksi yang mengandung getah. Secara mikroskopis gejala internal akar yang terserang *Ganoderma* sp. mirip pada batang yang terinfeksi. Jaringan korteks akar yang sakit berubah warna dari putih menjadi coklat. Pengendalian alternatif yang bisa dilakukan yaitu dengan menggunakan FMA sebagai mikroorganisme antagonis. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan simbiosisnya adalah jenis FMA dan tanaman inang (Sulistyono *et al.*, 1999).

Jaringan kortikel akar yang terserang *Ganoderma* sp. berubah warna menjadi coklat dan mudah untuk didisintegrasikan, selain itu stele menjadi kehitaman. Pada akar tanaman tua, bagian permukaan sebelah dalam eksodermis ditemukan tanda penyakit berupa hifa berwarna keputihan. Pada serangan yang sudah lanjut, jaringan korteks rapuh dan mudah hancur. Hifa biasanya terdapat di jaringan korteks, endodermis, xylem, dan floem (Ariffin *et al*., 2000 yang dikutip oleh Risanda, 2008).

1.5.2 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan, berikut ini disusun kerangka pemikiran untuk memberikan penjelasan teoretis terhadap perumusan masalah. Aplikasi mikoriza dilakukan pada bibit sawit berumur satu bulan. Terjadinya infeksi mikoriza pada akar tanaman melalui spora dari mikoriza yang berkecambah membentuk apressoria. Dengan alat apressoria fungi melakukan

penetrasi pada akar tanaman. Setelah penetrasi pada akar, maka hifa tumbuh secara interselluler dan intraselluler, selanjutnya arbuskular akan terbentuk di dalam sel korteks. Arbuskular merupakan percabangan pada hifa yang berbentuk seperti pohon. Arbuskula hidup hanya 4 —15 hari, kemudian mengalami degenerasi dan pemendekan pada sel inang. Pada saat pembentukan arbuskula, beberapa mikoriza membentuk vesikel pada bagian interselluler, dimana vesikel merupakan pembengkakan pada bagian apikal atau interkalar hifa.

Perluasan infeksi mikoriza dalam akar terdapat tiga fase yaitu: (a) fase awal pada saat infeksi primer, (b) fase exponential yaitu penyebaran, dan pertumbuhannya dalam akar lebih cepat, dan (c) fase setelah pertumbuhan akar dan mikoriza sama. Setelah terjadi infeksi primer dan fase awal, pertumbuhan hifa keluar dari akar dan di dalam rhizosfer tanah. Pada bagian ini struktur mikoriza disebut hifa eksternal yang berfungsi dalam penyerapan larutan nutrisi dalam tanah, dan sebagai alat transportasi nutrisi ke akar. Hifa eksternal tidak bersepta dan membentuk percabangan dikotom.

Sebagian besar pertumbuhan tanaman yang diinokulasi dengan mikoriza menunjukkan hubungan yang positif yaitu meningkatkan pertumbuhan tanaman inangnya. Hal ini karena miselium eksternal mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara. Hifa eksternal akan memperluas permukaan penyerapan akar dan hifa ini juga menunjukkan senyawa kimia yang menyebabkan lepasnya ikatan hara (terutama P) dalam tanah. Infeksi mikoriza pada akar memungkinkan mineral dapat dialirkan dari bahan organik mati ke akar tanaman, juga membentuk lingkungan mikrorizosfer yang dapat merubah komposisi dan aktivitas mikroba,

karena perubahan fisiologi akar dan produksi sekresi oleh mikoriza. Dengan demikian, tanaman yang bersimbiosis dengan FMA pertumbuhannya akan lebih baik lebih baik dibandingkan tanpa mikoriza.

Mekanisme perlindungan mikoriza terhadap patogen dapat melalui berbagai cara yaitu (1) FMA memanfaatkan karbohidrat lebih banyak pada akar, sebelum dikeluarkan dalam bentuk eksudat akar sehingga patogen tidak dapat berkembang, (2) terbentuknya substansi yang bersifat antibiotik yang disekresikan untuk menghambat perkembangan patogen,dan (3) memacu perkembangan mikroba saprofitik di sekitar perakaran. Oleh karena itu akar tanaman yang sudah terinfeksi mikoriza tidak dapat diinfeksi oleh fungi patogen.

Fungi patogen *Ganoderma* sp. yang terdapat dalam tanah akan menginfeksi tanaman dengan melakukan kontak pada perakaran tanaman kelapa sawit dan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit. Agar tanaman kelapa sawit tidak terinfeksi oleh *Ganoderma* sp., maka tanaman harus memiliki perlindungan dalam perakaran maupun di luar perakaran tanaman. Mikoriza yang telah menginfeksi perakaran tanaman kelapa sawit diharapkan dapat menghambat dan melindungi tanaman dari serangan fungi *Ganoderma* sp.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kombinasi jenis FMA dapat meningkatkan pertumbuhan, perkembangan, dan daya tahan terhadap patogen lebih bagus. Kombinasi *Glomus* sp. dan *Entrophospora* sp. akan lebih bagus dibandingkan dengan perlakuan tunggal, karena akan terjadi hubungan sinergis yang lebih baik terhadap penggabungan dua jenis FMA tersebut.

1.5.3 Hipotesis

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

(1) Pemberian jenis fungi mikoriza arbuskular (FMA) kombinasi *Glomus* sp. dan *Entrophospora* sp. akan menghasilkan pertumbuhan bibit kelapa sawit yang terbaik.

(2) Inokulum *Ganoderma* sp. yang terdapat dalam media tanam mampu menginfeksi akar bibit kelapa sawit dan menghambat pertumbuhan bibit kelapa sawit

(3) Pengaruh jenis FMA kombinasi *Glomus* sp. dan *Entrophospora* sp. dapat meningkatkan ketahanan bibit kelapa sawit terhadap serangan penyakit *Ganoderma sp.*