II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Informasi Umum Mengenai Kelapa Sawit

Klasifikasi tanaman kelapa sawit menurut Pahan (2006):

Divisi : Embryophyta Siphonagama

Kelas : Angiospermae

Ordo : Monocotyledonae

Family : Arecaceae (dahulu disebut Palmae)

Genus : Elaeis

Spesies : *Elaeis guineensis* Jacq.

Menurut Sitohang (2010) yang dikutip oleh Irawan (2011), kelapa sawit pertama kali dikenalkan di Indonesia oleh pemerintah Belanda pada tahun 1984. Saat itu bibit kelapa sawit ditanam di kebun Raya Bogor. Usaha dan budidaya kelapa sawit Indonesia dimulai pada tahun 1911 di Sumatera Utara. Perintis pertama usaha ini adalah Adrien Hallet berkebangsaan Belgia. Perkebunan kelapa sawit ini berlokasi di Pantai Timur Sumatera (Deli) dan Aceh dengan luas areal perkebunan mencapai 5.123 ha. Pada waktu tersebut juga mulai didirikan pusat pemuliaan dan penangkaran kelapa sawit di Marihat (terkenal sebagai AVROS), Sumatera Utara.

2.1.1 Morfologi Kelapa Sawit

Menurut PTPN VII (2006), botani kelapa sawit adalah sebagai berikut:

1. *Akar*

Akar kelapa sawit berfungsi sebagai penunjang struktur batang, menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah, serta sebagai salah satu alat respirasi. Sistem perakaran kelapa sawit merupakan sistem akar serabut yang terdiri atas akar primer, sekunder, tersier, dan kuartener. Akar primer keluar dari pangkal batang serta menyebar secara horisontal dan vertikal hingga mencapai 15 - 20 m ke dalam tanah. Akar primer bercabang membentuk akar sekunder dengan diameter 2 - 4 mm yang mengarah ke atas mendekati permukaan tanah. Akar sekunder bercabang membentuk akar tersier yang berdiameter 1 - 2 mm dan membentuk akar kuartener yang berada di dekat pemukaan tanah dengan panjang 2 cm dan berdiameter 0.5 mm.

2. *Batang*

Batang kelapa sawit berbentuk silinder. Hingga umur 12 tahun batang masih tertutup dengan gagang pelepah, sehingga terkesan batangnya besar. Diameter batang mencapai 30-60 cm. Tinggi batang dapat mencapai 15–18 m, bahkan sampai 30 m. Penambahan tinggi batang 30–60 cm per tahun.

3. *Daun*

Kelapa sawit memiliki daun majemuk dengan panjang pelepah 7–9 m dan memiliki anak daun dengan jumlah 250–400 helai. Jumlah daun yang terbentuk

sekitar 20–24 pelepah per tahun. Sejak terbentuk primordial sampai *spear* (pelepah belum membuka) membutuhkan waktu ± 30 bulan. Daun akan gugur secara alamiah pada kisaran 5–6 tahun. Pelepah tumbuh tersusun menurut spiral, dimana susunan pelepah satu dengan yang lain teratur (phylotaxis).

4. Bunga

Tanaman kelapa sawit yang berumur tiga tahun mulai mengeluarkan bunga jantan atau bunga betina. Bunga jantan berbentuk lonjong memanjang, sedangkan bunga betina bulat. Tanaman kelapa sawit mengadakan penyerbukan silang (cross pollination), yaitu bunga betina dari pohon yang satu dibuahi oleh bunga jantan dari pohon yang lainnya dengan perantaraan angin dan atau serangga penyerbuk.

5. *Buah*

Buah matang membutuhkan waktu 5–6 bulan setelah terjadi penyerbukan. Jumlah biji setiap tandan bervariasi sesuai dengan umur tanaman. Tandan yang besar dapat mengandung 1.600 buah. Rata-rata ukuran buah mencapai 3–5 cm dengan berat buah ± 20 gram.

2.1.2 Tipe Kelapa Sawit

Menurut Setyamidjaja (2006) yang dikutip oleh Irawan (2011), kelapa sawit dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan ketebalan cangkang, yaitu:

1. *Dura*

Jenis ini memiliki cangkang tebal (2 – 8 mm), pada bagian luar cangkang tidak terdapat lingkar serabut, daging buah tipis, dan rendemen minyak 15 – 17 %.

2. *Pisifera*

Jenis ini memiliki cangkang yang tipis (bahkan hampir tidak ada). Berbeda dengan dura daging buah pisifera tebal. Rendemen buahnya tinggi (lebih dari 23%) namun tandan buah hampir selalu gugur sebelum masak sehingga jumlah produksi rendah. Gugurnya buah tersebut disebabkan banyaknya bunga betina yang steril.

3. *Tenera*

Tenera merupakan hasil persilangan antara dura dan pisifera. Tenera memiliki cangkang yang tipis (0,5 – 4 mm), daging buah tebal, dan rendemen minyak 22 – 24 %.

Saat ini banyak dikembangkan jenis kelapa sawit D x P (dura x pisifera), dimana jenis dura sebagai betina dan pisifera sebagai jantan. Persilangan kedua jenis kelapa sawit tersebut dianggap sebagai bibit unggul karena melengkapi kekurangan masing-masing induk dengan sifat cangkang buah tipis namun bunga betinanya tetap fertil. Persilangan antara dura betina dengan pisifera jantan disebut dengan tenera. Beberapa tenera unggul memiliki persentase daging perbuah mencapai 90% dan kandungan minyak dapat mencapai 28% (Subiantoro, 2009).

2.1.3 Syarat Tumbuh

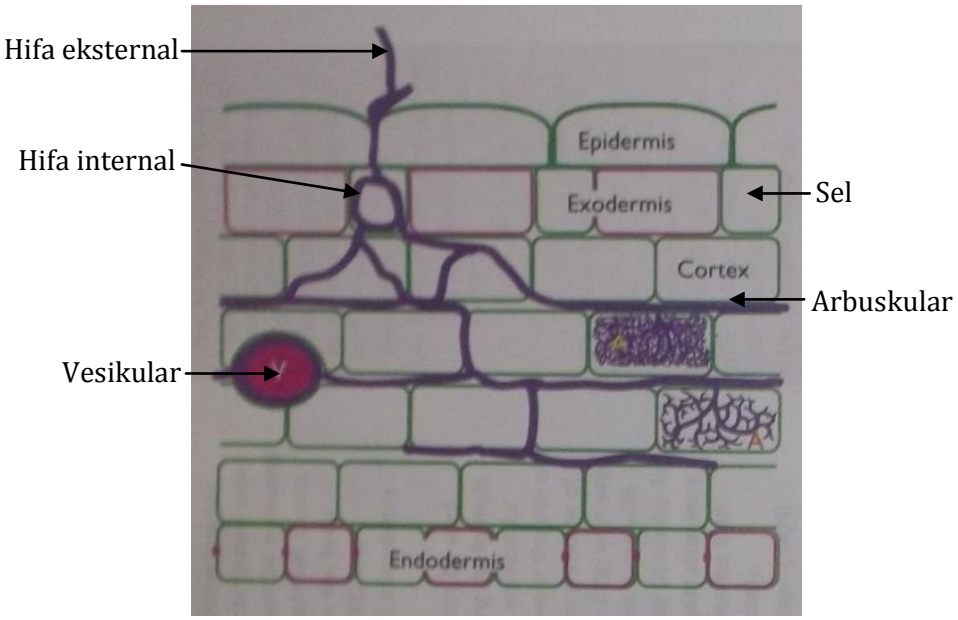
Kelapa sawit dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis (15° LU - 15° LS). Tanaman ini tumbuh sempurna di ketinggian 500 m dari permukaan laut dengan kelembaban 80 - 90%. Kelapa sawit membutuhkan iklim dengan curah hujan

2000 - 2500 mm setahun. Lahan yang sesuai yaitu tidak tergenang air saat hujan dan tidak kekeringan saat musim kemarau. Pola curah hujan tahunan akan memperngaruhi perilaku pembungaan dan produksi buah sawit (Pahan, 2006).

2.2 Fungi Mikoriza Arbuskular

Mikoriza merupakan bentuk asosiasi fungi tanah dengan akar tanaman. Mikoriza terbagi menjadi 2 golongan berdasarkan infeksi pada jaringan akar tanaman, yaitu ektomikoriza dan endomikoriza. Ektomikoriza merupakan golongan fungi yang yang infeksinya pada jaringan akar terjadi di antara sel-sel korteks (interseluler), sedangkan endomikoriza infeksinya terjadi di antara sel-sel korteks dan di dalam sel jaringan akar tanaman (intraseluler). Infeksi di dalam sel jaringan tananaman tersebut membentuk organ arbuskular, sehingga endomikoriza sering disebut juga dengan istilah fungi mikoriza arbuskular (Gambar 2) (Brundrett *et al*., 1996).

Fungi mikoriza arbuskular dengan akar tanaman membentuk jalinan interaksi yang kompleks. Asosiasi FMA dengan tanaman merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis mutualistik. Tanaman dipermudah dalam pengambilan unsur hara dan adaptasi tanaman akan lebih baik pada lingkungan. Dipihak lain, fungi dapat memenuhi keperluan hidupnya (karbohidrat dan keperluan tumbuh lainnya) dari eksudat akar dan fotosintat tanaman inang (Anas, 1997).



Gambar 2. Penampang akar yang terinfeksi FMA (Brundrett *et al*.,1996).

2.2.1 Morfologi Fungi Mikoriza Arbuskular

Fungi mikoriza arbuskular membentuk organ-organ khusus dan mempunyai fungsi yang spesifik. Organ khusus tersebut adalah arbuskular, vesikular, dan spora. Berikut ini dijelaskan mengenai struktur dan fungsi dari organ FMA:

Vesikular merupakan struktur fungi yang berasal dari pembengkakan hifa internal berbentuk bulat telur, dan berisi banyak senyawa lemak (Gambar 2). Vesikel merupakan organ penyimpanan cadangan makanan dan pada kondisi tertentu dapat berperan sebagai spora atau alat untuk mempertahankan kehidupan fungi. Tidak semua genus FMA memiliki vesikel, genus *Gigaspora* dan *Scutellospora* tidak memiliki struktur ini (Pattimahu, 2004).

Arbuskular merupakan hifa bercabang halus yang dibentuk oleh percabangan dikotomi yang berulang-ulang sehingga menyerupai pohon di dalam sel inang.

Arbuskular berfungsi sebagai organ pertukaran metabolit antara fungi dengan tanaman (Suhardi, 1989).

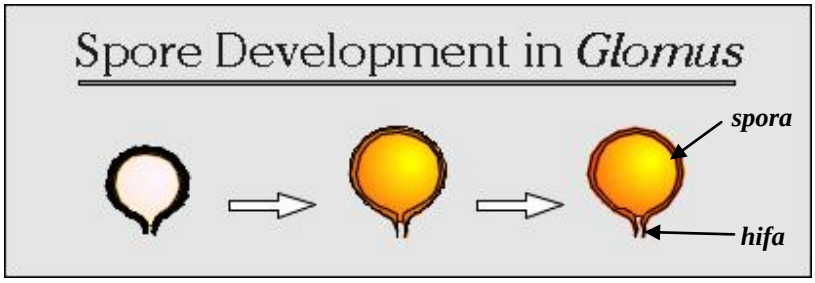
Selain arbuskular dan vesikel, FMA juga memiliki organ khusus, yaitu spora. Spora terbentuk pada ujung hifa eksternal. Spora ini dapat dibentuk secara tunggal, berkelompok atau di dalam sporokarp tergantung pada jenis FMA. Perkecambahan spora sangat sensitif tergantung dari kandungan logam berat di dalam tanah dan juga kandungan Al. Kandungan Mn juga mempengaruhi pertumbuhan hifa. Spora dapat hidup di dalam tanah beberapa bulan sampai tahun. Spora dapat disimpan dalam waktu yang lama sebelum digunakan lagi (Mosse, 1981).

2.2.2 Pengelompokan Fungi Mikoriza Arbuskular

Fungi Mikoriza Arbuskular dikelompokkan berdasarkan cara terbentuknya spora pada setiap genus. Berikut ini dijelaskan terbentuknya spora yang menjadi penciri genus pada FMA:

1. *Glomus*

Spora Glomus merupakan hasil dari perkembangan hifa. Ujung dari hifa akan mengalami pembengkakan hingga terbentuk spora (Gambar 3). Perkembangan spora yang berasal dari hifa disebut *chlamidospora*. Pada Glomus juga dikenal struktur yang dinamakan *sporocarp*. *Sporocarp* merupakan hifa yang bercabang sehingga membentuk chlamidospora (Invam, 2012).



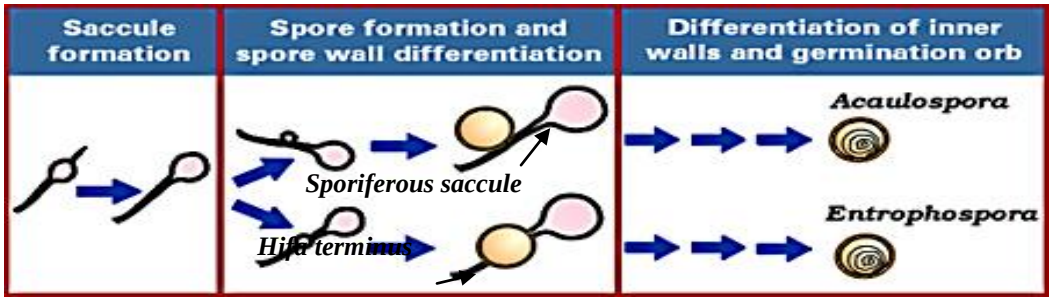
Gambar 3. Proses perkembangan spora pada *Glomus* (Invam, 2012).

2. *Paraglomus*

Proses pembentukan spora paraglomus hampir sama dengan proses pembentukan spora pada glomus. Spora tersebut berasal dari ekspansi blastic dari ujung hifa. Untuk membedakan spora glomus dan paraglomus harus dilakukan uji perwarnaan melzer's reagent. Spora glomus menyerap melzer's sedangkan paraglomus tidak (Invam, 2012).

3. *Acaulospora*

Spora terbentuk di tanah, berbentuk globose, subglobose, ellipsoid maupun fusiformis. Pada awalnya, proses pembentukan spora seperti dimulai dari ujung hifa, karena pada ujung hifa tersebut terjadi pembengkakkan hifa yang strukturnya mirip spora atau disebut *saccule*. Kemudian dengan berkembangnya *saccule* tersebut akan disertai muncul bulatan kecil yang terbentuk diantara hifa terminus dan subtending hifa. Bulatan kecil tersebut akan berkembang disamping hifa terminus dan menjadi spora (Gambar 3). Pada spora yang telah masak terdapat satu lubang yang dinamakan ciatric (Invam, 2012).



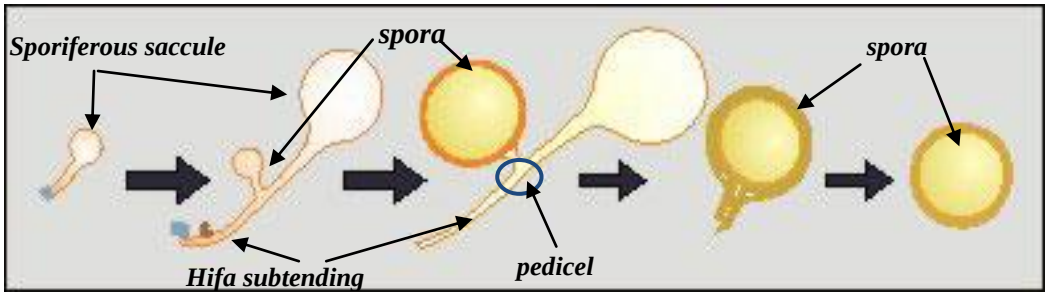
Gambar 4. Proses perkembangan spora pada *Acaulospora dan Entrophospora* (Invam, 2012).

4. *Enterophospora*

Proses pembentukan spora Enterophospora hampir sama dengan proses pembentukan spora pada Acaulospora. Yang membedakan keduanya adalah pada proses perkembangan azygospora berada di dalam blastik atau ditengah hifa terminus, sehingga akan terbentuk dua lubang yang simetris pada spora yang telah matang (Gambar 4) (Invam, 2012).

5. *Archaespora*

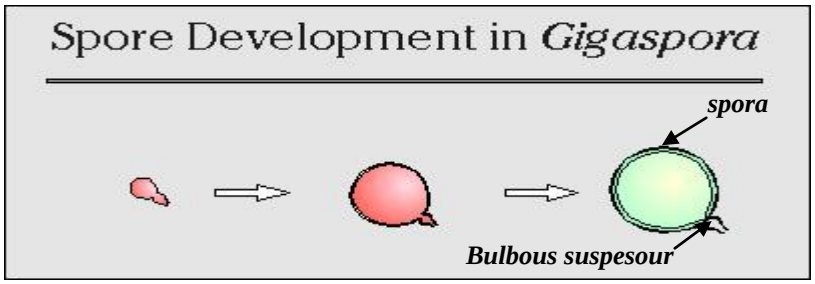
Perkembangan spora pada genus archaespora merupakan perpaduan antara perkembangan spora genus glomus dan enterophospora atau acoulospora. Pada awalnya, diujung hifa akan terbentuk *Sporiferous saccule* . Selanjutnya, pada leher saccule atau subtending hifa akan berkembang *pedicel* atau percabangan hifa dari leher saccule (Gambar 5). Pada ujung *pedicel* tersebut akan berkembang spora seperti halnya perkembangan spora pada glomus (Invam, 2012).



Gambar 5. Proses perkembangan spora pada *Archaespora* (Invam, 2012).

6. *Gigaspora*

Struktur spora yang terbentuk berupa globose dan subglobose, berbentuk ovoid, pyriformis atau irregular. Spora pada genus gigaspora berasal dari ujung hifa (subtending hifa) yang membulat disebut suspensor. Kemudian, di atas bulbous suspensor tersebut terbentuk spora (Gambar 6). Spora tersebut terbentuk dari suspensor, sehingga dinamakan azygospora (Invam, 2012).

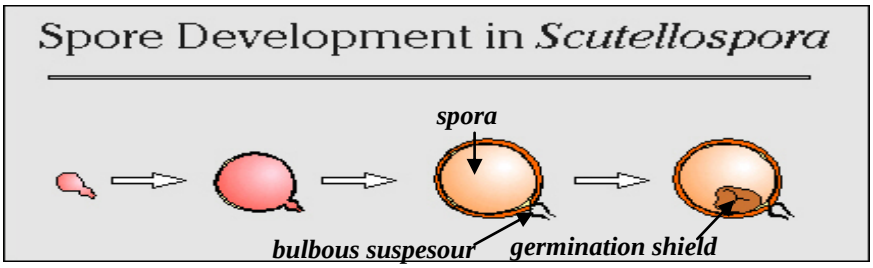


Gambar 6. Proses perkembangan spora pada *Gigaspora* (Invam, 2012).

7. *Scutellospora*

Struktur spora yang terbentuk biasanya globose atau subglobose tetapi sering berbentuk ovoid, obovoid, pyriformis atau irregular. Proses terbentuknya spora pada Scutellospora sama dengan pembentukan spora pada genus Gigaspora (Gambar 7). Pembeda genus Gigaspora dengan Scutellospora, yaitu pada

Scutellospora terdapat germination shield, dan pada saat berkecambah hifa akan keluar dari germination shield tersebut (Invam, 2012).



Gambar 7. Proses perkembangan spora pada *Scutellospora* (Invam, 2012).

2.3 Peranan FMA Pada Pertumbuhan Tanaman

Anas (1997) menjelaskan manfaat FMA pada pertumbuhan tanaman. Tanaman yang bermikoriza tumbuh lebih baik dari tanaman tanpa mikoriza. Penyebab utama adalah 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.

Tanaman yang bermikoriza lebih tahan terhadap kekeringan dari pada yang tidak bermikoriza. Rusaknya jaringan korteks akibat kekeringan dan matinya akar tidak akan permanen pengaruhnya pada akar yang bermikoriza. Setelah periode kekurangan air (*water stress*), akar yang bermikoriza akan cepat kembali normal. Hal ini disebabkan karena hifa fungi mampu menyerap air yang ada pada pori-pori tanah saat akar tanaman tidak mampu lagi menyerap air. Penyebaran hifa yang sangat luas di dalam tanah menyebabkan jumlah air yang diambil meningkat (Anas, 1997).

Terinfeksinya akar oleh mikoriza menyebabkan akar terhindar dari serangan penyakit. Infeksi patogen akar akan terhambat. Selain itu, mikoriza menggunakan semua kelebihan karbohidrat dan eksudat akar lainnya, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok bagi patogen. Fungi mikoriza ada yang dapat melepaskan antibiotik yang dapat mematikan patogen (Anas, 1997).

2.4 Dosis dan Waktu Inokulasi FMA

Menurut Widiastuti *et al*. (2005), jumlah spora maupun spesies FMA mampu mempengaruhi peubah pertumbuhan bibit kelapa sawit. Jumlah spora sebanyak 200 buah kemungkinan kurang sesuai untuk inokulum bibit kelapa sawit yang mempunyai perakaran dengan pertumbuhan yang relatif lambat dibandingkan dengan tanaman lainnya. Jumlah spora sebanyak 500 buah menyebabkan kesempatan spora untuk menginfeksi akar tanaman menjadi lebih besar. Sanders dan Sheikh (1983) mengemukakan bahwa kerapatan propagul merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi infeksi primer di samping perkecambahan spora, kecepatan pertumbuhan hifa di media, dan kecepatan pertumbuhan akar tanaman.

Keefektifan simbiosis FMA secara maksimal seringkali bervariasi. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang konsisten perlu dilakukan optimalisasi simbiosis antara FMA dan bibit kelapa sawit. Beberapa hal yang mempengaruhi simbiosis FMA ialah dosis inokulum dan pupuk. Dosis inokulum berpengaruh terhadap keefektifan inokulum. Simbiosis optimum *Acaulospora tuberculata* dengan kelapa sawit dapat dicapai dengan 36% (b/b) inokulum dan 25% dosis rekomendasi pupuk. Sedangkan untuk *Gigaspora margarita*, dosis optimum adalah 40% (b/b) inokulum dan 26% dosis rekomendasi pupuk. Selain dapat

meningkatkan pertumbuhan bibit, dosis optimum juga dapat meningkatkan serapan P bibit (Widiastuti *et al*., 2002).