

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan tanaman yang berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Namun saat ini, tanaman kelapa sawit telah berkembang pesat di Asia Tenggara khususnya Indonesia dan Malaysia. Bibit kelapa sawit masuk ke Indonesia pada tahun 1848, ditanam di kebun Raya Bogor dan selanjutnya disebarakan ke Sumatra Utara (Setyamidjaja, 1992).

Kelapa sawit secara sistematis tergolong ke dalam Kingdom: Plantae, Divisio: Spermatophytæ, Kelas: Monocotyledonae, Ordo: Cocoideae, Famili: Palmaceae, Genus: *Elaeis*, Spesies: *guinensis*. Kelapa sawit termasuk tanaman berumah satu (*monoceus*) dimana bunga jantan dan bunga betina terdapat pada satu pohon. Batangnya tidak bercabang dan tidak berkambium. Mempunyai akar serabut dengan membentuk akar primer, sekunder, tersier dan kuarter (Lubis, 1992).

Kelapa sawit biasanya tidak langsung ditanam ke lapangan dengan benih, tetapi dibuat persemaian atau pembibitan terlebih dahulu (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2002). Pada pembibitan kelapa sawit dikenal dua macam pembibitan, yaitu : pertama sistem pembibitan dua tahap, terdiri dari pembibitan awal (*pre nursery*) yang dimulai dari kecambah ditanam pada *polybag* kecil dan pada usia 3-4 bulan baru dipindahkan pada *polybag* besar pada pembibitan utama (*main nursery*). Cara yang kedua adalah sistem pembibitan satu tahap yaitu dengan menanam langsung pada *polybag* besar, lalu setelah melewati masa seleksi akan langsung ditanam. Namun saat ini pembibitan yang sering dilakukan adalah dengan cara pembibitan dua tahap (Rankine, 2003). Melalui tahap pembibitan ini diharapkan akan diperoleh bibit yang baik dan berkualitas sehingga mempunyai ketahanan dan pertumbuhan yang optimal dan mempunyai ketahanan terhadap serangan penyakit (Lubis, 1992).

Untuk mendapatkan bibit yang baik, bahan tanaman yang digunakan harus dapat dipastikan berasal dari sumber benih yang telah memiliki legalitas dari pemerintah, seperti Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Bibit yang baik



juga memerlukan pemeliharaan yang intensif seperti penyiraman, pengendalian gulma, pemupukan dan pengendalian hama dan penyakit.

2.2. Jamur *Ganoderma boninense* Penyebab Busuk Pangkal Batang (BPB)

Bibit kelapa sawit pada masa pertumbuhan sering mengalami gangguan, salah satunya adalah penyakit. Penyakit penting pada tanaman kelapa sawit di Indonesia adalah penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense* (Darmono, 1998). Secara sistematis *Ganoderma boninense* tergolong kedalam Kingdom : Fungi atau Mycota, Phylum : Basidiomycota, Kelas : Basidiomycetes, Ordo : Polyporales, Famili : Polyporaceae, Divisi : Eumycophyta, Genus : *Ganoderma*, Spesies : *boninense* (Yanta *et al*, 2004).

Secara makroskopis *G. Boninense* dapat dilihat dari bentuk tubuh buahnya. Tubuh buah jamur mula-mula tampak sebagai suatu bonggol kecil berwarna putih dan berkembang menjadi berbentuk seperti kipas, tebal dan keras. Kadang-kadang tubuh buah seperti mempunyai tangkai, tubuh buah letaknya berdekatan, saling menutup atau saling bersambungan sehingga menjadi suatu susunan yang besar. Warna permukaan atas tubuh buah bervariasi dari coklat muda sampai coklat tua, biasanya tampak mengkilat, khususnya pada waktu masih muda. Permukaan paling luar berwarna putih, permukaan bawahnya berwarna putih suram, jika disentuh akan segera berubah menjadi kelabu kebiruan dan lapisan bawah tubuh buah terdiri atas lapisan pori, tempat terbentuknya basidium dan basidiospora (Abadi, 1987).

Sedangkan mikroskopisnya dapat dilihat dari lapisan atas tubuh buahnya, dimana mempunyai ketebalan 0,1 mm, terdiri atas benang-benang rapat yang sel-selnya berukuran 20-30 x 4-10 μ m, pori bergaris tengah 150-400 μ m, dengan disepimen (jaringan antara) 30-60 μ m. Basidiosporanya berbentuk bulat panjang, berwarna keemasan dan berukuran 9-12 x 4,75 μ m (Abadi, 1987).

Kematian bibit kelapa sawit akibat penyakit busuk pangkal batang dapat diketahui dari mahkota pohon. Bibit yang sakit mempunyai janur (daun yang belum membuka) lebih banyak dari pada yang biasa. Daun berwarna hijau pucat, daun-daun tua layu, patah pada pelepah, dan menggantung disekitar pohon. Gejala yang khas,



sebelum terbentuknya tubuh buah jamur adalah adanya pembusukan pada pangkal batang. Serangan *Ganoderma boninense* menyebabkan busuk kering pada jaringan dalam. Pada penampangnya bagian yang terserang ini bewarna coklat muda dengan jalur-jalur tidak teratur yang bewarna gelap. Jalur-jalur gelap yang disebut *zone-zone reaksi* adalah tempat timbulnya blendok. Di tepi daerah yang terinfeksi terdapat zone yang tidak teratur yang bewarna kuning. Zone ini berbau seperti minyak yang mengalami fermentasi akibat dari mekanisme perlawanan tanaman (Semangun, 2000).

Pada beberapa kebun kelapa sawit di Indonesia, penyakit ini telah menimbulkan kematian sampai 50% dari populasi tanaman kelapa sawit, sehingga mengakibatkan penurunan produksi kelapa sawit per satuan luas (Turner, 1981). Hal ini didukung oleh (Semangun, 2000) yang menyatakan bahwa di Sumatra Utara kebun kelapa sawit yang setengah umur ($\pm$ berumur 15 tahun) kadang-kadang setengah dari pohonnya mati.

2.3. Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Pseudomonas merupakan genus bakteri yang tersebar luas di alam dan paling banyak ditemui di dalam tanah. Bakteri ini termasuk ke dalam salah satu genus dari famili *Pseudomonadaceae*, berbentuk batang lurus atau lengkung, ukuran tiap selnya $0,5-1\mu\text{m} \times 1,5-4,0\mu\text{m}$, tidak membentuk spora dan bereaksi negatif terhadap pewarnaan gram.

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* memiliki klasifikasi sebagai berikut: Divisi: *Gracilicutes*, Kelas: *Proteobacteria*, Family: *Pseudomonadaceae*, Genus: *Pseudomonas*, Spesies: *fluorescens* (Habazar dan Firdaus, 2003). Bakteri tersebut dapat hidup selama beberapa bulan sampai beberapa tahun pada temperatur $21-35^{\circ}\text{C}$ dengan kandungan air yang tinggi.

Pseudomonas fluorescens adalah salah satu bakteri yang bersifat antagonis yang dapat memberikan efek langsung terhadap adanya infeksi patogen pada tanaman, terutama yang disebabkan oleh patogen tular tanah. Bakteri ini juga dapat bersifat



antagonis terhadap patogen-patogen yang berada di atas tanah seperti penyakit bercak daun (Habazar dan Firdaus, 2003).

Pseudomonas berfluorescens termasuk ke dalam kelompok bakteri yang dapat ditemukan dimana saja (*ubiquitos*) sering kali ditemukan pada bagian tanaman (permukaan daun dan akar) dan sisa tanaman yang membusuk, tanah dan air (Bradbury, 1986) sisa-sisa makanan yang membusuk, serta kotoran hewan. Ciri utama yang mudah dilihat dari *Pseudomonas* berfluorescens adalah kemampuannya menghasilkan pigmen *pyoverdin* dan atau *fenazin* pada medium King's B sehingga terlihat berpijar bila terkena sinar UV.

Pseudomonas berfluorescens merupakan mikroorganisme yang mengkolonisasi daerah perakaran (rhizobakteria) yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai agen biokontrol untuk pengendalian penyakit tanaman terutama patogen yang terbawa melalui tanah. Beberapa jenis rhizobakteria dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dikenal juga sebagai pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR= *Plant Growth Promoting Rhizobakteria*) yang menghasilkan senyawa pendorong pertumbuhan antara lain *biotin*, *tiamin*, *niacin*, *pantotenat*, *kolin*, *inositol*, *piridoksin*, *p-amino benzoic acid*, *n-methyl nicotinic acid* yang menghasilkan senyawa pendorong pertumbuhan dan fisiologi akar serta mampu mengurangi penyakit atau kerusakan oleh serangga dan juga dapat menginduksi ketahanan tanaman sehingga ketahanan tanaman dapat ditingkatkan (Pujianto, 2001). Fungsi lainnya merupakan sebagai tambahan bagi kompos dan mempercepat proses pengomposan. Pengurangan pestisida dan rotasi penanaman, dapat memacu pertumbuhan populasi dari bakteri-bakteri yang menguntungkan, juga dapat menginduksi ketahanan tanaman sehingga ketahanan tanaman dapat ditingkatkan. *Pseudomonas* berfluorescens ini juga efektif dalam meningkatkan ketersediaan P pada tanah masam (Elfianti, 2007).

Pseudomonas berfluorescens adalah salah satu kelompok bakteri yang bersifat antagonis dimana dapat menekan perkembangan patogen tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Efek antagonis secara langsung yaitu dapat menekan berbagai jenis penyakit akar dan pembuluh yang disebabkan patogen tular



tanah (Wekller, 1983). mekanisme antagonis terjadi melalui beberapa cara, antara lain terhadap unsur besi (Fe III) (Leong, 1986), kompetisi unsur karbon (Elad dan Baker, 1985), produksi antibiotik *pyrolnitrin* dan *pyolutcorin* (Howell dan Stipanovic, 1980 ; Weller dan Cook, 1983 ; Mishagi *et al*, 1982), produksi HCN (Kell *et al*, 1988) atau produksi enzim litik. Sedangkan efek tidak langsungnya adalah mengaktifkan pertahanan tanaman sehingga menyebabkan perlindungan sistemik terhadap berbagai patogen seperti jamur, bakteri, dan virus (De Mayer dan Hofte, 1997 ; Mauhofer, Hase *et al*, 1994) yang dikenal dengan induksi ketahanan secara sistemik.

Kemampuan *Pseudomonas fluorescens* untuk menginduksi ketahanan secara sistemik dihubungkan dengan kemampuannya hidup pada kondisi lingkungan dengan Fe terbatas. Pada kondisi seperti ini, bakteri akan memproduksi siderofor. Siderofor adalah senyawa organik selain antibiotik yang diproduksi secara ekstrasel, senyawa dengan berat molekul rendah dengan affinitas yang sangat kuat terhadap unsur besi. Kemampuan siderofor mengikat besi (III) merupakan pesaing kuat terhadap mikroorganisme lain terutama dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen (Fravel, 1988). Selain itu, siderofor juga aktif sebagai faktor pertumbuhan, dan beberapa diantaranya berpotensi untuk produksi antibiotik seperti *pseudobactin* (Neilands dan Leong, 1986), *pyoverdin*, dan *phyochellin* (Hofte *et al*, 1993 ; De Meyer dan Hofte, 1997).

Strain-strain tertentu *P. fluorescens* mampu mengkolonisasi akar berbagai jenis tanaman, sehingga dapat meningkatkan hasil tanaman yang dibudidayakan secara nyata. Meningkatnya pertumbuhan tanaman seringkali disertai dengan penekanan terhadap populasi beberapa cendawan dan bakteri lainnya yang bersifat fitopatogenik (Schroth dan Hancock, 1982).

Pada dasarnya *Pseudomonas* spp. merupakan kelompok terbesar penghasil antibiotik (Schroth dan Hancock, 1982). Banyak senyawa yang dihasilkannya dapat menghambat aktivitas patogen tanaman dan beberapa diantaranya efektif mengendalikan patogen (Coyler dan Mount, 1984). Menurut Cook (1991) antibiotik yang dihasilkan oleh *P. fluorescens* diantaranya adalah *fenazin-1-asam karboksilat*. Menurut Tschen (1989) keberhasilan pengendalian hayati dengan menggunakan



mikroba tergantung pada metode dan jenis antagonis yang diaplikasikan, serta media tumbuh mikroba. Media padat untuk mengembangkan antagonis lebih baik dibandingkan dengan media cair.

Kemampuan bakteri *P. fluorescens* untuk menekan perkembangan penyakit sangat ditentukan oleh jumlah populasinya di dalam tanah (Charingkapakorn dan Sivasithamparam, 1986). Menurut Rustam *et al.* (1993) bahwa pemberian tingkat konsentrasi inokulum *P. fluorescens* yang berbeda dapat mempengaruhi diameter pertumbuhan koloni *Rhizoctonia solani* pada penelitian skala in vitro. Ini disebabkan karena bakteri ini mampu menghasilkan antibiotik *Penazine 1-Carboxylic Acid* (PCA) untuk mengantibiosis pertumbuhan koloni jamur (Bin *et al.* (1991) dalam Rustam *et al.* (1993).

Menurut Rustam *et al.* (1993) bahwa semakin banyak inokulum *P. fluorescens* yang diberikan semakin tinggi pula kemampuan dalam menekan pertumbuhan *Rhizoctonia solani* penyebab penyakit rebah semai pada tanaman tomat. Hal ini terbukti dengan semakin lambatnya gejala serangan pertama muncul dan menurunkan persentase bibit terserang setelah muncul ke atas permukaan tanah pada tanaman tomat.

Bakteri *P. fluorescens* juga dapat memarasit hifa *R. solani* sehingga jumlahnya berkurang di dalam tanah. Jumlah populasi *R. solani* yang berkurang akan mengurangi infeksi terhadap tanaman. Jika jumlah populasi bakteri ini meningkat dapat mengakibatkan meningkatnya kemampuan dalam melakukan aktivitas antagonis, baik dalam berkompetisi dan mengantibiosis pertumbuhan patogen, maupun dalam mengkolonisasi akar (Rustam *et al.*, 1993).

Menurut Tahangavelu *et al.* (2001), bakteri antagonis *P. fluorescens* efektif mengendalikan layu fusarium pada pisang bila diaplikasikan empat kali, yaitu pada saat sebelum tanam, 3, 5, dan 7 bulan setelah tanam (BST). Dapat juga terjadi karena pengendalian hayati tersebut tidak diikuti dengan cara pengendalian lainnya sehingga bakteri antagonis tersebut tidak berkembang di dalam tanah. Menurut Kobayashi (1991), di lapangan yang banyak mengandung propagul patogen, perlakuan hayati saja tidak berhasil dengan baik tanpa penggunaan cara pengendalian lainnya.



Pengendalian hayati diperlukan sebagai salah satu komponen program pengendalian penyakit yang disebabkan patogen tular tanah secara terpadu (Djatinika *et al.*, 1998).

Mekanisme antagonisme *Pseudomonas* spp. seperti terjadi dalam mengendalikan penyakit *take all* yang disebabkan *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* pada tanaman gandum ialah antibiosis dan kompetisi hara terutama terjadinya pengkelatan besi (Geels dan Schippers, 1983) dan karbohidrat (Van Peer *et al.* (1991) dalam Djatinika *et al.* (2003).

Selain antibiotik, *P. fluorescens* menghasilkan siderofor, yaitu *pseudobactin*. Senyawa ini mengkelat Fe menjadi bentuk senyawa kompleks sehingga mikroba rhizosfer tidak dapat memanfaatkan Fe untuk perkembangannya terutama dalam lingkungan dengan Fe terbatas (Cook, 1991). Menurut Van Peer *et al.* (1991) dalam Djatinika *et al.* (2003) bahwa kemampuan bakteri antagonis dalam menurunkan intensitas serangan penyakit layu *Fusarium* bergantung pada tingkat resistensi kultivar tanaman terhadap penyakit layu.

Menurut Brown (1974) dalam Widodo (1993), pengendalian patogen dengan penggunaan bakteri antagonis pada proses budidaya tanaman, sering kali disebut sebagai bakterisasi (*bacterization*). Bakterisasi adalah perlakuan benih atau akar kecambah dengan biakan bakteri sehingga dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, bakterisasi tidak hanya digunakan untuk pengendalian penyakit tanaman saja, tapi juga dapat digunakan untuk memperbaiki pertumbuhan tanaman.

Di dalam tanah terjadi kompetisi diantara mikroorganisme-mikroorganisme, terutama pada *niche* tertentu seperti tempat infeksi patogen. Kompetisi tersebut diantaranya terjadi terhadap unsur-unsur esensial yaitu nitrogen, karbon, dan besi yang banyak diperlukan untuk perkecambahan propagul jamur dan juga kompetitornya (Baker, 1968); Benson dan Baker (1970); Leong (1968) dalam Widodo (1993).

Bakteri antagonis yang diisolasi dari perakaran tanaman yang sama mempunyai kemampuan antagonis lebih tinggi dibandingkan dengan kemampuan bakteri antagonis yang diisolasi dari perakaran yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh kesesuaian kondisi lingkungan antara bakteri antagonis tersebut dengan tanaman.



