

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kakao

Kakao (*Theobroma cacao* L.), merupakan tanaman yang berasal dari lereng timur bawah Pegunungan Andes, Amerika Selatan. Kakao ditanam di Indonesia pada akhir abad ke-18 di Minahasa, namun baru diperkebunkan sebagai perkebunan besar sekitar tahun 1880 di Jawa Tengah (Semangun, 2004). Saat ini kakao sudah banyak ditanam di Indonesia seperti, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Nanggore Aceh Darussalam, Jawa Timur, termasuk di Lampung (Deptan, 2010).

Di Lampung, kakao ditanam di beberapa kabupaten antara lain: Lampung Selatan, Lampung Timur, Tanggamus, Lampung Tengah, Lampung Utara, Way Kanan, Tulang Bawang, Lampung Barat dan Bandar Lampung. Luas lahan kakao di Lampung pada tahun 2010 mencapai 65, 382 hektar dan produksi 27, 059 ton biji kakao kering per tahun (Deptan, 2011). Kakao tersebut di pasarkan ke berbagai Negara di Asia antara lain Cina, Malaysia, Singapura dan juga ke Amerika (Lampung Post, 2011; Radar Lampung, 2011).

Jenis kakao yang diusahakan di Indonesia sebagian besar adalah jenis kakao lindak dan kakao mulia (ICN, 2010). Produksinya sebagian besar di ekspor ke Malaysia, Singapura, Spanyol, Jerman, Brazil, Belanda, China, Australia, Kanada, Meksiko,

Prancis dan Amerika Serikat (Media Indonesia, 2010; Bappebti, 2011; CSP, 2011; Deptan, 2011).

Produksi kakao di Indonesia selama ini mengalami peningkatan dari tahun 2006 – 2009 dengan rata-rata meningkat 8,1% (ICN, 2010). Saat ini Indonesia menjadi negara pengekspor kakao terbesar kedua di dunia dengan produksi kakao 850, 000 ton per tahun (Wartapedia, 2011). Kebutuhan kakao dunia per tahun mencapai 6,7 juta ton, sedangkan produksi kakao dunia hanya 2,5 juta ton. Tingginya tingkat permintaan dan konsumsi kakao dunia yang belum dapat terpenuhi memberikan peluang bagi Indonesia untuk bisa terus meningkatkan hasil produksi (Wartapedia, 2011), terutama di bagian Kalimantan Timur (Kompas, 2011).

Upaya peningkatan produksi kakao di Indonesia terus dilakukan, akan tetapi terdapat beberapa hambatan antara lain oleh iklim yang tidak stabil. Intensitas hujan yang tinggi meningkatkan penyakit busuk buah kakao, hal tersebut berdampak negatif terhadap hasil panen dan peningkatan produksi. Produksi kakao turun 20%, hal tersebut berdampak negatif terhadap penurunan ekspor kakao sebesar 30% (Kompas, 2011; Radar Lampung, 2011).

## **2.2 Penyakit Busuk Buah Kakao**

Penyakit busuk buah kakao (BBK) merupakan penyakit utama pada tanaman kakao. Di Indonesia, penyakit ini mengakibatkan kerugian yang besar terutama di daerah yang beriklim basah. Selama musim hujan serangan patogen dengan mudah

meningkat sampai 50% kemudian menurun kembali pada musim kemarau. Selain itu apabila buah-buah busuk tidak diambil maka jamur patogen dapat menjangar ke bantalan buah dan selanjutnya menyebabkan penyakit kanker batang (Junianto dan Sukamto, 1992)

Gejala busuk buah dapat timbul pada berbagai umur buah, sejak buah masih muda hingga menjelang masak. Buah yang terserang menunjukkan bercak coklat kehitaman, biasanya dimulai dari pangkal, tengah atau ujung buah. Apabila keadaan kebun lembab, maka bercak tersebut akan meluas dengan cepat ke seluruh permukaan buah, sehingga menjadi busuk, kehitaman dan apabila ditekan dengan jari terasa lembek dan basah. Pada permukaan buah yang sakit tersebut timbul lapisan berwarna putih seperti bertepung, terdiri atas jamur-jamur sekunder yang banyak membentuk spora (Semangun, 2004).

Penyakit busuk buah disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. (Semangun, 2004). Terdapat empat spesies utama *Phytophthora* yang menginfeksi kakao yaitu *P. palmivora*, *P. megakarya*, *P. capsici* dan *P. citrophthora*. *P. palmivora* dilaporkan tersebar luas di seluruh dunia (Evan dan Priori, 1987 dalam Darmono *et al.*, 2006) dan secara konsisten ditemukan di Indonesia (Umayah dan Purwantara, 2006). *P. palmivora* termasuk dalam kingdom Chromista, filum Oomycota, kelas Oomycetes (Agrios, 2005).

Miselium jamur *P. palmivora* tumbuh baik pada suhu 25° - 30° C, sedangkan suhu optimum untuk sporulasi adalah 25°- 28°C (Goodwin *et al.*, 1995). Pada buah kakao

jamur membentuk banyak sporangium (zoosporangium) yang sering juga disebut sebagai konidium, berbentuk buah pir, dengan ukuran  $35-60 \times 20-40\mu\text{m}$ .

Sporangium dapat berkecambah secara langsung dengan membentuk buluh kecambah, tetapi dapat juga berkecambah secara tidak langsung dengan membentuk zoospora atau spora kembara yang bisa berenang. Jamur dapat membentuk klamidospora yang bulat, dengan garis tengah  $30-60\ \mu\text{m}$  (Semangun, 2004).

Jamur *P. palmivora* merupakan jamur heterotalik yang mempunyai tipe kawin A1 dan A2 sehingga interaksi antara keduanya dapat menghasilkan spora seksual (oospora) yang berbeda dengan kedua induknya. Keberadaan dua tipe kawin tersebut dalam satu areal yang sama berpotensi dapat menghasilkan keturunan dengan fenotipik yang lebih virulen (Goodwin *et al.*, 1995).

Jamur *P. Palmivora* dapat bertahan di tanah, jamur ini dapat terbawa oleh percikan air hujan ke buah-buah yang dekat dengan permukaan tanah. Jamur *P. palmivora* yang berada di tanah dapat juga terbawa oleh serangga-serangga, sehingga dapat mencapai buah-buah yang letaknya lebih tinggi. Dari buah yang sakit jamur dapat berkembang ke tangkai buah dan selanjutnya menyerang bantalan buah, dan dapat berkembang terus sehingga menyebabkan terjadinya penyakit kanker batang. Dengan demikian, tanah dianggap sebagai sumber infeksi yang paling penting (Semangun, 2004).

### 2.3 Jamur *Trichoderma* spp. sebagai Agens Pengendali Hayati

*Trichoderma* merupakan jamur *imperfect* (tak sempurna) dari subdivisi Deuteromycotina, kelas Hyphomycetes, ordo Moniliales. Jamur ini mempunyai konidiofor tegak, bercabang banyak, agak berbentuk kerucut, dan dapat membentuk kladiospora. Pada umumnya koloni jamur dapat tumbuh dengan cepat dalam media buatan, berwarna putih pada awal pertumbuhan dan berubah menjadi berwarna hijau setelah membentuk spora pada permukaan koloninya (Cook dan Baker, 1983). Sebagian besar strain *Trichoderma* tidak memiliki fase seksual melainkan hanya spora aseksual. Jamur tumbuh dengan hifa bercabang-cabang dengan diameter 5 - 10  $\mu\text{m}$ . Sporulasi aseksual terjadi sebagai sel tunggal, biasanya berwarna hijau, konidia berdiameter 3 - 5  $\mu\text{m}$ . *Trichoderma* membentuk spora istirahat yang disebut kladiospora, biasanya dalam bentuk sel tunggal, meskipun dua atau lebih dari kladiospora melebur bersama (Harman, 1998).

Jamur *Trichoderma* terdiri atas beberapa spesies, diantaranya adalah *T. viride*, *T. hamatum*, *T. harzianum*, *T. polysporum*, *T. koningii* (Cook dan Baker, 1983), *T. virens*, *T. antroviride*, *T. enzymes*, *T. stromaticum*, dan *T. asperelum* (Harman *et al.*, 2004). Setiap spesies pada umumnya mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menghambat jamur patogen yang berbeda (Benitez *et al.*, 2004).

*Trichoderma* spp. merupakan jamur antagonis yang sangat penting untuk pengendalian hayati. Beberapa keunggulan *Trichoderma* spp. sebagai agens pengendali hayati antara lain bersifat spesifik target, mengkoloni rhizosfer dengan

cepat dan melindungi akar dari serangan jamur patogen lain (Purwantisari dan Hastuti, 2009).

Pada umumnya jamur *Trichoderma* digunakan untuk mengendalikan patogen *soil borne* atau tular tanah. Hasil penelitian Susanna (2000), menunjukkan bahwa *Trichoderma* spp. mampu mengendalikan jamur *Fusarium oxysporum* pada tanaman pisang; *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* penyebab penyakit busuk pangkal dan akar tomat (Ozbay *et al.*, 2004); *Rigidoporus lignosus* penyebab penyakit akar putih pada karet di pembibitan (Suwandi, 2008); dan *Rhizoctonia solani* penyebab penyakit *damping off* atau rebah kecambah (Dev dan Dawande, 2010).

Beberapa penelitian lainnya juga melaporkan bahwa jamur *Trichoderma* spp. dapat digunakan sebagai agens pengendalian hayati patogen yang ada di permukaan tanaman (filosfir). Hasil penelitian Imtiaj dan Lee (2008) menunjukkan bahwa *Trichoderma* dapat mengendalikan *Alternaria porri* pada bawang merah; dan hasil penelitian Efri *et al.* (2009) menunjukkan bahwa *T. harzianum* dapat bertahan di filosfer tanaman jagung selama 17 - 22 hari setelah aplikasi dan masih memiliki kemampuan antagonisme yang baik.

Keberhasilan dari suatu agens pengendali hayati dalam mengendalikan patogen tanaman sangat bergantung pada mekanisme yang dimiliki oleh agens pengendali hayati tersebut. Setiap jasad renik antagonis memiliki mekanisme penghambatan

tersendiri dan dapat memiliki lebih dari satu mekanisme. Beberapa mekanisme kerja jamur *Trichoderma* spp. sebagai antagonis adalah sebagai berikut:

a. Antibiosis

Jamur *Trichoderma* spp. dilaporkan dapat menghasilkan antibiotik. Antibiotik merupakan senyawa organik metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroba dan bersifat toksik bagi mikroba lain. *T. harzianum* menghasilkan *alkil pirone* yang merupakan hasil metabolit yang mudah menguap. Senyawa tersebut mampu menekan penyakit rebah semai yang terimbas oleh *Rhizoctonia solani* pada selada (Soesanto, 2006).

b. Enzim

Pada umumnya enzim yang banyak berperan dalam pengendalian hayati adalah enzim yang bertindak sebagai pengurai dinding sel. Salah satu enzim pengurai dinding sel adalah kitinase yang dihasilkan oleh beberapa agens hayati yang dikeluarkan di luar sel. Enzim kitinase berperan penting dalam pengendalian jamur patogen tanaman secara mikoparasitisme (Soesanto, 2006). Kitinase merupakan enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh jamur dan bakteri serta berperan penting dalam pemecahan kitin (Wijaya, 2002). Kitinase jamur bersifat aktif pada pH asam, memiliki temperatur optimal yang tinggi, tingkat kestabilan yang tinggi, dan mempunyai aktivitas endokitinase dan eksokitinase (Yurnaliza, 2002).

c. Kompetisi atau Persaingan

Persaingan terjadi ketika ada kesempatan dari dua mikroba atau lebih yang memerlukan lebih banyak sumber yang sama di dalam memanfaatkan pasokan bahan

atau kondisi secara langsung. Faktor paling penting yang berperan dalam persaingan antara lain karbon, nitrogen, besi, vitamin, sisi infeksi, dan oksigen. Seperti persaingan antara *T. harzianum* dengan *Fusarium oxysporum* f.sp *vasinfectum* dan *F. oxysporum* f.sp.*melonis*, juga antara *T. viride* dengan *Chondrostereum purpureum* (Soesanto, 2006).

d. Mikoparasitisme

Mikoparasitisme merupakan fenomena satu jamur yang berbeda secara taksonomi memarasit jamur yang lain, yang melibatkan penggabungan fisik yang tetap atau semi-tetap antar bagiannya. Mikoparasit tidak hanya menyerang miselium patogen inangnya, tetapi juga struktur inang lainnya. Contoh mikoparasitisme antara *T. hamatum* dengan *Rhizoctonia solani* dan *Pythium* spp., *T. viride* dengan *Armillaria mellea* (Soesanto, 2006), spesies *Trichoderma* juga dilaporkan bersifat mikoparasit terhadap *Phytophthora* spp., *Chondrostereum purpureum*, *Sclerotium rolfsii*, dan *Heterobasidium annosum* (Cook dan Baker, 1983).

e. Toksin

Toksin merupakan hasil metabolit sekunder (bukan enzim) dari suatu organisme yang beracun terhadap organisme lain. Agens hayati yang diketahui menghasilkan toksin adalah dari genus *Trichoderma* dan *Gliocladium*. Toksin yang dihasilkan oleh *Trichoderma* spp., termasuk *T. harzianum*, *T. viride*, *T. resei*, dan spesies lainnya adalah kelompok *peptaibol* yang bersifat fungisida (Soesanto, 2006).

a. Ketahanan Terimbas (*Induced Resistance = IR*)

Ketahanan penyakit terimbas merupakan proses ketahanan aktif yang bergantung pada penghalang fisik atau kimia tanaman inang, yang diaktifkan oleh agens biotik atau abiotik (agens pengimbas), yang dapat melindungi tanaman terhadap patogen. Sebagai contoh, sel mati *T. harzianum* T39 mampu mengendalikan infeksi *Botrytis cinera* pada buncis, tembakau, cabai dan mentimun untuk penyakit embun tepung (Soesanto, 2006).

Keunggulan jamur *Trichoderma* sebagai agens pengendali hayati dibandingkan dengan jenis kimia sintetik adalah selain mampu mengendalikan jamur patogen dalam tanah maupun yang berada pada filosfir, jamur *Trichoderma* juga diketahui mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tanpa menimbulkan penyakit bagi tanaman (Harman *et al.*, 2004).