

ANTAGONISITAS DAN EFEKTIVITAS *Trichoderma* sp DALAM MENEKAN PERKEMBANGAN *Phytophthora palmivora* PADA BUAH KAKAO

The Antagonisticity and Effectiveness of *Trichoderma* sp in Controlling *Phytophthora palmivora* Development on Cocoa Pod

Umrah¹⁾, Tjandra Anggraeni²⁾, Rizkita Rachmi Esyanti²⁾, I Nyoman P. Aryantha²⁾

¹⁾ Jurusan Hama & Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Jl. Soekarno Hatta KM 5. Palu 94118, Sulawesi Tengah. Telp./Fax: 0451 – 429738. E-mail: Umrah_2004@yahoo.com

²⁾ Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB, Bandung, E-mail: tjandra@sith.itb.ac.id
E-mail: rizkita@sith.itb.ac.id, E-mail: nyoman@sith.itb.ac.id

ABSTRACT

The purpose of the study was to select several *Trichoderma* sp based on its sporulation capabilities, and antagonistic character, and effectiveness to control *P. palmivora* on cocoa pod. The study consisted of two stages. In the first stage, a Completely Randomised design was used which consisted of seven treatments with three replicates: *T. viridae*, collection of Laboratory of Plant Pest and Diseases of Bogor Institute of Agriculture (T-A), *T. harzianum*, collection of Laboratory of Plant Pest and Diseases of Bogor Institute of Agriculture (T-B), *T. harzianum*, collection of Coffee and Cacao Research centre of Jember (T-C), *T. koningii*, collection of Coffee and Cacao Research Centre of Jember (T-D), *T. Trichoderma* sp 1, collection of Laboratory of Microbiology Life Sciences Centre of Bandung Institute of Technology (T-E), *Trichoderma* sp 2, collection of Laboratory of Microbiology Life Sciences Centre of Bandung Institute of Technology (T-F) and *Trichoderma* sp, collection of Laboratory of Plant Pest and Diseases University of Tadulako (T-G). Parameters measured were sporulation capability of *Trichoderma* sp, percentage of antagonisticity of *Trichoderma* sp towards *in vitro P. palmivora*. The second stage of the study was to determine the effectiveness of *Trichoderma* antagonisticity, either individual or mixed cultures in controlling the development of *P. palmivora* on cocoa pod. The study was designed with seven treatments with three replicates: T-D, T-E, T-G, T-DE (mixed culture of T-D and T-E), T-DG (mixed culture of T-D and T-G), T-EG (mixed culture of T-E and T-G), T-DEG (mixed culture of T-D, T-E, and T-G). The results of the study showed that at *in vitro* condition the kinds of *Trichoderma* sp which had the highest antagonisticity on *P. palmivora* were *Trichoderma* sp (T-G, T-E and T-D). They were effective to control *P. palmivora* on cocoo pod either in individual or mixed cultures. However, T-G will be further developed due to its highest effectiveness as a biological control compared to the others.

Keywords : *Trichoderma* sp, *Phytophthora palmivora*, antagonicity, agen hayati, cocoa pod

PENDAHULUAN

Phytophthora palmivora merupakan salah satu patogen utama penyebab penyakit busuk buah tanaman kakao pada berbagai daerah sentra produksi di Indonesia, berakibat pada penurunan produksi secara drastis dengan kerugian berkisar 32,6-99%.

(Anonim, 2004, Sukamto, 2008), demikian juga terjadi pada umumnya di negara-negara penghasil kakao di dunia. Serangan penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh *P. palmivora* distribusinya telah meluas. Keragaman patogenik dari *Phytophthora* sp, semuanya menjadi ancaman terhadap penurunan produksi kakao (Guest, 2006).

Pengendalian kimiawi dengan menggunakan pestisida yang direkomendasikan di Indonesia untuk tujuan pengendalian busuk buah kakao adalah peroxida, chlorotalonil atau propamor-carbhydrochloride. Selain itu, insektida sevin 85 S pada buah yang terserang, diaplikasikan dengan tujuan untuk mematikan *Dolichoderus thoracicus* (semut kakao hitam) sebagai vektor penyebar patogen (Deparaba, 1997).

Sasaran pestisida untuk mematikan *D thoracicus* sebagai vektor penyebar patogen, kontradiktif dengan upaya pengendalian hama dan penyakit secara terpadu. Semut tersebut sebaiknya dipertahankan keberadaannya pada tanaman kakao, karena berperan sebagai agen pengendali hama buah kakao. Berdasarkan hasil penelitian Anshary dan Pasaru (2006); dan Edy, dkk (2008), *D thoracicus* berpotensi untuk dikembangkan pada pertanaman kakao sebagai predator hama penggerek buah (*Canopomorpha cramerella*).

Pengendalian penyakit tanaman dengan pestisida kimiawi sudah saatnya mereduksi dan penggunaan secara selektif, karena dapat berakibat pada pencemaran lingkungan, juga mematikan organisme lain yang bermanfaat. Diperlukan penelitian yang mengarah kepada pemanfaatan potensi mikroorganisme antagonis sebagai agen pengendali hayati terhadap patogen *P palmivora*. Upaya pengendalian alternatif yang mempunyai potensi untuk mereduksi penggunaan pestisida kimiawi adalah penggunaan mikroorganisme antagonis *Trichoderma* sp (Sukamto dan Pujiastuti, 2004). Antagonis *Trichoderma* sp termasuk fungi endofitik yang penggunaannya pun dapat lebih praktis dalam bentuk sediaan tablet. (Umrah dan Rosmini, 2004). Fungi endofitik yang telah banyak diteliti sebagai antagonis terhadap beberapa patogen, namun belum ada hasil penelitian yang secara nyata dapat diaplikasikan untuk mengatasi masalah penyakit busuk buah kakao. Menurut Guest

(2006) temuan dan pengembangan antagonistik endofitik sebagai agen pengendalian hayati terhadap *P palmivora* sangat memungkinkan. Fungi endofitik dapat diintroduksi ke pertanaman kakao untuk melindungi tanaman kakao dari serangan *Phytophthora*. Endofitik sangat penting peranannya dalam pengendalian hama dan penyakit secara terpadu.

Penelitian ini bertujuan untuk menseleksi beberapa *Trichoderma* sp berdasarkan kemampuan sporulasi, antagonisitas dan efektivitasnya dalam menekan perkembangan *P palmivora* pada buah kakao

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Pusat Ilmu Hayati ITB Bandung dan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu dengan menggunakan bahan utama antara lain; medium PDA ("potato dextrosa agar"), medium PDB ("potato dextrosa broth"), *Trichoderma* sp (diperoleh dari berbagai laboratorium), buah kakao sehat dan kakao yang terserang penyakit busuk buah.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang dalam dua tahap;

Penelitian tahap satu; didesain dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 7 perlakuan dan 3 ulangan. Susunan perlakuan sebagai berikut; T-A (*Trichoderma viride*, koleksi Laboratorium Hama-Penyakit Tumbuhan IPB); T-B (*Trichoderma harzianum*, koleksi Laboratorium Hama Penyakit Tumbuhan IPB); T-C (*Trichoderma harzianum*, koleksi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember); T-D (*Trichoderma koningii*, koleksi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember); T-E (*Trichoderma* sp. 1, koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pusat Ilmu Hayati ITB); T-F (*Trichoderma* sp. 2, koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pusat Ilmu Hayati ITB);

T-G (*Trichoderma* sp., koleksi Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Untad, Palu). Parameter pengamatan meliputi kemampuan sporulasi *Trichoderma* sp pada medium tanah dan persentase antagonisitas *Trichoderma* sp terhadap *P palmivora* secara *in vitro* pada medium PDA.

Penelitian tahap dua; tiga jenis *Trichoderma* sp yang terpilih pada hasil penelitian tahap satu berdasarkan kemampuan sporulasi dan antagonisitas tertinggi adalah T-D, T-E dan T-G. Penelitian tahap kedua bertujuan untuk menentukan efektifitas antagonis *Trichoderma* sp (T-D, T-E dan T-G) bentuk tunggal dan campuran dalam menekan perkembangan *P palmivora* pada buah kakao, didesain dalam RAL yang terdiri dari 7 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan disusun sebagai berikut; T-D, T-E, T-G, T-DE (campuran T-D dan T-E), T-DG (campuran T-D dan T-G), T-EG (campuran T-E dan T-G), T-DEG (campuran T-D, T-E dan T-G). Parameter pengamatan berupa luas bercak perkembangan *P palmivora* pada buah.

Pelaksanaan Penelitian :

Isolasi Phytophthora palmivora

P palmivora diisolasi dari buah kakao dilakukan dengan cara membersihkan terlebih dahulu permukaan buah secara keseluruhan, menggunakan desinfektan, kemudian dibilas dengan akudes steril. Jaringan kulit buah yang terinfeksi dan berbatasan dengan jaringan sehat dipotong dengan ukuran 1cm x 1cm (Agrios, 2005), selanjutnya ditanam pada medium PDA, diinkubasi selama 3 x 24 jam. Setelah tumbuh miselium berwarna putih pada medium PDA, dilanjutkan dengan pemurnian pada medium PDA yang baru. Selanjutnya diidentifikasi berdasarkan kriteria pengamatan morfologi koloni pada medium PDA dan pengamatan di bawah mikroskop serta verifikasi dengan uji patogenitas pada buah kakao.

Penentuan Sporulasi Trichoderma sp Pada Medium Tanah

Tanah yang diperoleh dari areal perkebunan kakao, dikeringkan, diayak dan ditimbang sebanyak 30 g kemudian dicampur dengan media PDB ("potato dextrosa broth") sebanyak 10 ml lalu disterilkan. Campuran bahan tersebut diinokulasi dengan suspensi konidia *Trichoderma* sp sebanyak 10^8 cfu dan diinkubasikan selama 7x24 jam. Sporulasi dihitung dengan seri pengenceran metode "pour plate" (Cappuccino dan Sherman, 1987).

Uji Antagonisitas dan Efektivitas Trichoderma sp dalam menekan perkembangan Phytophthora palmivora pada buah kakao

Tahap satu; uji antagonisitas *Trichoderma* sp terhadap *P palmivora* dilakukan dengan cara menyiapkan medium PDA steril dalam cawan petri (diameter 9 cm), kemudian dua kertas bentuk bulatan masing-masing mempunyai diameter 4 mm (seperti yang dilakukan oleh Tondje, *et al.*, 2007) masing-masing diletakkan di bagian pinggir cawan dengan arah berlawanan. Kertas bulatan yang dipinggir sebelah kanan diinokulasikan dengan suspensi konidia *Trichoderma* sp sebanyak 0,1 ml ($\pm 10^8$ cfu/ml) dan kertas bulatan sebelah kiri diinokulasikan dengan suspensi zoospora *P palmivora* sebanyak 0,1 ml ($\pm 10^8$ cfu/ml). Dibuat juga kontrol, yakni *P palmivora* tanpa berdampingan dengan *Trichoderma* sp (diganti air steril). Selanjutnya diinkubasi selama 5x24 jam, kemudian diukur diameter koloni *P palmivora* masing-masing yang berdampingan dengan setiap perlakuan jenis *Trichoderma* sp, yang diberi simbol (Pt) dan kontrol (tanpa *Trichoderma* sp) diberi simbol (Pk). Persentase antagonisitas *Trichoderma* sp ditentukan dengan rumus : $\{ (Pk - Pt) / Pk \} \times 100\%$ (Singh, *et al.*, 2002)

Tahap dua ; Uji efektivitas *Trichoderma* sp dalam menekan perkembangan *P palmivora* pada buah kakao. Permukaan buah kakao

sehat dibersihkan dengan desinfektan dan akuades steril, kemudian dibuat lubang berdiameter 5 mm dan kedalaman 5 mm, selanjutnya lubang tersebut ditutup dengan kapas. Kapas diinokulasi dengan suspensi campuran *P palmivora* dan *Trichoderma* sp (berdasarkan susunan perlakuan seperti yang tercantum pada rancangan penelitian), kemudian diinkubasi 3x24 jam. Kontrol dibuat tanpa *Trichoderma*, parameter pengamatan berupa luas bercak. (Darmono 1994, modifikasi)

HASIL DAN PEMBAHASAN

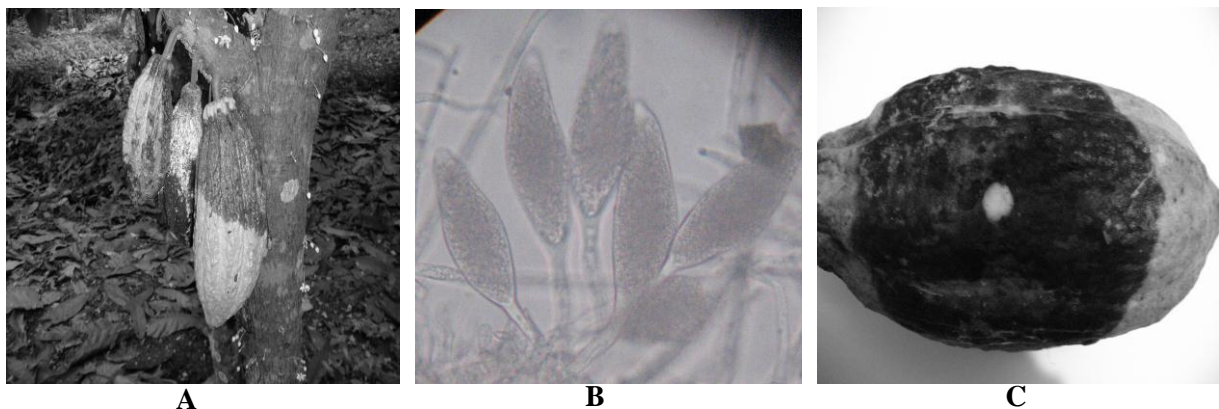
Isolat *Phytophthora palmivora*

Tanaman kakao yang terserang penyakit busuk buah pada perkebunan kakao di Desa Bulili Kabupaten Donggala senrta produksi kakao Propinsi Sulawesi Tengah dapat dilihat pada Gambar 1A dan isolat patogen penyebabnya (Gambar 1B), serta hasil uji patogenisitas isolat *P palmivora* pada buah kakao (Gambar 1C)

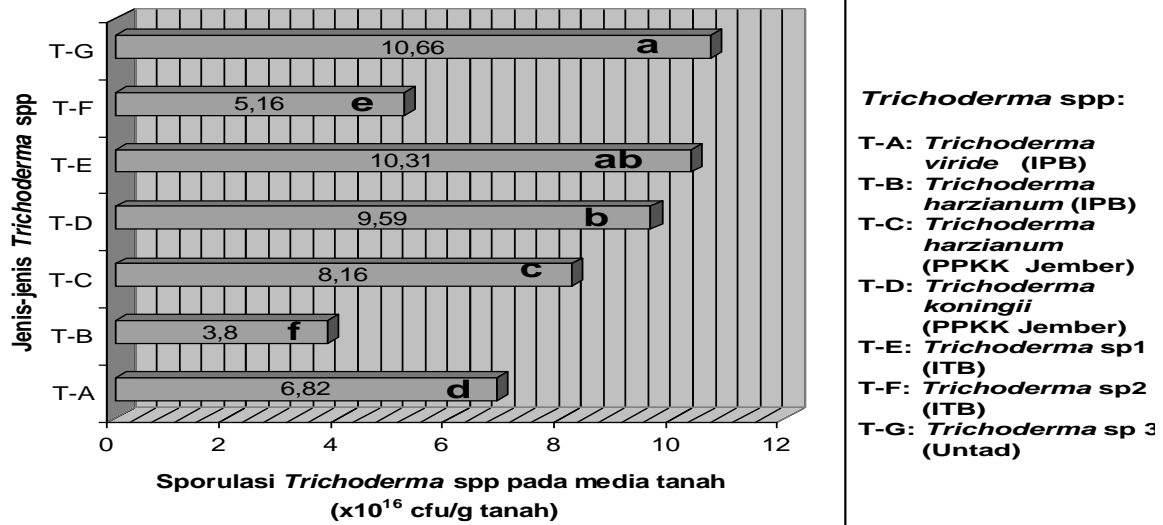
Penyakit busuk buah pada tanaman kakao di Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah, disebabkan oleh patogen *P palmivora*, sebagaimana telah diisolasi dan diuji patogenisitasnya pada buah kakao. Sporangium memiliki papilum, tumbuh secara simpodial dan interkalar, bervariasi

dalam bentuk dan ukuran (35-60 x 20-40 μ m dengan 30-65 x 20-53 μ m), ada yang bentuk lonjong dan bulat (Darmono, 1997). Dua puluh isolat *Phytophthora* sp berhasil diisolasi dari buah dan batang kakao sakit serta dari tanah disekitar pertanaman kakao di berbagai sentra produksi kakao di Indonesia. Pada umumnya sporangium berbentuk pir (ovoid) dengan satu papila yang jelas, meskipun ditemukan juga variasi bentuk lainnya seperti bentuk globuse dengan ukuran sporangia 53-61 x 32-42 μ m. Isolat yang telah dikumpulkan dari enam Propinsi penghasil kakao di Indonesia ini menunjukkan bahwa semua isolat tergolong jenis *P palmivora*. Berdasarkan sifat-sifat morfologi dan molekuler di atas maka dapat diidentifikasi bahwa dua puluh isolat tersebut adalah *P palmivora* sebagai penyebab penyakit busuk buah kakao di Indonesia (Umayah dan Purwantara, 2006).

Isolat *Phytophthora* dari kakao diklasifikasikan sebagai *P palmivora* (Butl.) Butler. Spesies ini dikenal sebagai patogen utama pada tanaman kakao, karet, lada hitam, kelapa, nenas, pepaya, jeruk, apokat dan pada banyak tanaman hias (Brasier dan Griffin, 1979).



Gambar 1. Buah Kakao yang Terserang *P. palmivora* (A); Patogen *P. palmivora* yang Telah Diisolasi dari Buah Kakao, Diamati di Bawah Mikroskop Pembesaran 200x (B) dan Bercak Coklat Kehitaman yang Terlihat pada Buah Sebagai Hasil Uji Patogenitas Isolat *P. palmivora* (C)



Gambar 2. Hubungan Antara Jenis-jenis *Trichoderma* sp dengan Kemampuan Sporulasi pada Medium Tanah Maupun Bentuk Campuran Dalam Menekan Perkembangan *P palmivora* Buah Kakao.

Sporulasi *Trichoderma* sp pada Medium Tanah

Kemampuan sporulasi dari masing-masing jenis *Trichoderma* sp pada medium tanah dapat dilihat pada Gambar 2, hasil analisis varians menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Berdasarkan uji Wilayah Berganda Duncan's (WBD), jenis *Trichoderma* T-G mempunyai kemampuan sporulasi tertinggi ($10,66 \times 10^{16}$ cfu/g tanah) yang tidak berbeda dengan *Trichoderma* T-E ($10,31 \times 10^{16}$ cfu/g tanah), kemudian disusul jenis *Trichoderma* T-D ($9,59 \times 10^{16}$ cfu/g tanah). yang tidak berbeda nyata dengan *Trichoderma* T-E. Hal ini menjadi suatu pertimbangan dalam pemilihan jenis *Trichoderma* sp untuk diuji lebih lanjut baik bentuk tunggal.

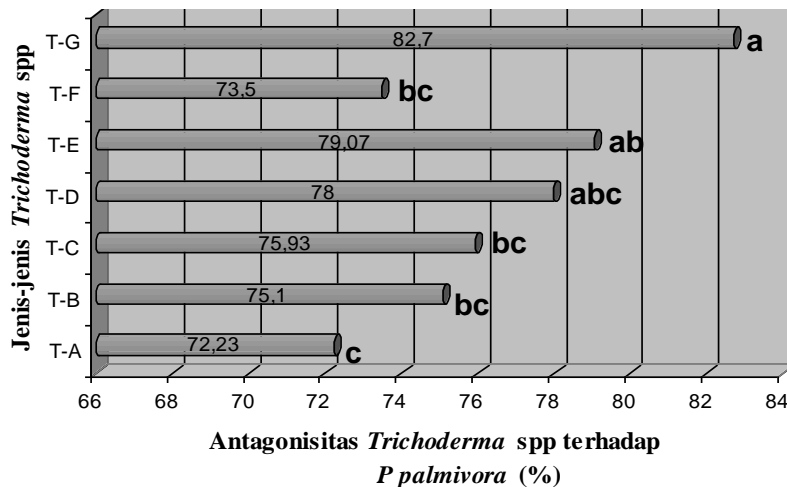
Perbedaan kemampuan sporulasi dari masing-masing jenis *Trichoderma*, menunjukkan adanya suatu keragaman. Hal ini dapat dijadikan suatu parameter penentuan kemampuan *Trichoderma* tersebut dalam percepatan pertumbuhan dan perbanyakkan inokulum sebagai antagonis terhadap patogen. Mekanisme terjadinya perbedaan kemampuan diantara beberapa isolat belum diketahui secara pasti, namun

isolat yang mempunyai laju pertumbuhan cepat, kemungkinan mempunyai kemampuan antagonisitas tinggi (Talanca, dkk., 1998)

Antagonisitas *Trichoderma* sp terhadap *Phytophthora palmivora* Secara *in vitro*

Antagonisitas dari masing-masing perlakuan jenis *Trichoderma* sp dapat dilihat pada Gambar 3, hasil analisis varians menunjukkan suatu perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Berdasarkan uji WBD, jenis *Trichoderma* T-G menunjukkan antagonisitas tertinggi (82,7%) terhadap *P palmivora* pada medium PDA, tidak berbeda nyata dengan *Trichoderma* T-E (79,07%) dan *Trichoderma* T-D (78%).

Perbedaan antagonisitas *Trichoderma* sp terhadap *P palmivora*, menunjukkan adanya keragaman *Trichoderma* sp yang telah diuji kemampuannya sebagai antagonis. Hal ini, seperti yang ditunjukkan juga dalam pengamatan kemampuan sporulasi (3.3), terjadi perbedaan kemampuan sporulasi yang signifikan dari setiap perlakuan jenis *Trichoderma* sp. Sesuai dengan hasil penelitian Darmono (1994), enam isolat *Trichoderma* sp dari alam yang diuji menunjukkan adanya perbedaan kemampuan dalam menekan *Phytophthora* sp.



Trichoderma spp:

- T-A: *Trichoderma viride* (IPB)
- T-B: *Trichoderma harzianum* (IPB)
- T-C: *Trichoderma harzianum* (PPKK Jember)
- T-D: *Trichoderma koningii* (PPKK Jember)
- T-E: *Trichoderma* sp (ITB)
- T-F: *Trichoderma* sp (ITB)
- T-G: *Trichoderma* sp (Untad)

Gambar 3. Hubungan Jenis-jenis *Trichoderma* sp dan Antagonisitasnya Terhadap Perkembangan *Phytophthora palmivora* pada Medium PDA

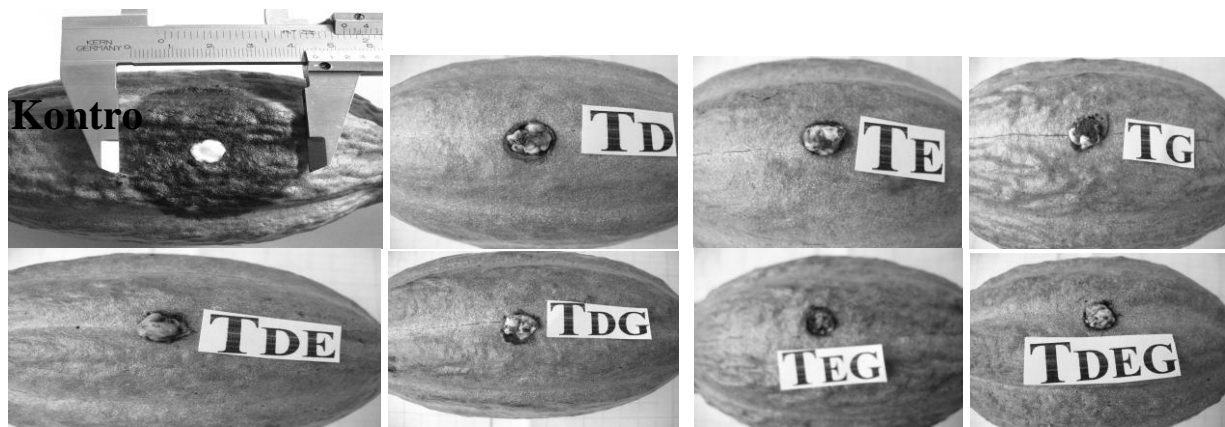
Interaksi antara antagonis dengan patogen dalam satu media dapat terjadi berupa kompetisi memperoleh ruang, nutrisi dan oksigen. *T koningii* dan *T harzianum* mempunyai kemampuan antagonisitas terhadap *P palmivora* bersifat kompetisi ruang, tidak terlihat adanya zona hambatan (Sukamto, dkk., 1997). Hasil skrining antagonis terhadap patogen, masing-masing ditunjukkan oleh *Gliocladium virens* (100%), *Aspergillus niger* (88,4%), *Penicillium citrinum* (86,3%), *T harzianum* (80%), *Aspergillus flavus* (70,2%). Hal ini terjadi kemungkinan disebabkan oleh kemampuannya memproduksi antibiotik kemudian disekresikan ke media tumbuh, atau senyawa penghambat yang lain seperti geodin, terrisin, asam terric, asam aspergillik dan dermadin, tingkat efektivitasnya tergantung pada kualitas dan kuantitas senyawa tersebut (Singh, et al. 2002)

Trichoderma sebagai antagonis diketahui mempunyai kemampuan menghasilkan kitinase. Enzim kitinase yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp lebih efektif dibandingkan kitinase yang dihasilkan oleh organisme lain untuk menghambat berbagai fungi pathogen tanaman. Kitinase berperan penting dalam pengendalian fungi pathogen

tanaman secara mikoparasitisme. Kemampuan *Trichoderma* sp menghasilkan kitinase sangat bervariasi antar strain, mungkin disebabkan perbedaan pada gen yang mengkodinya. Variasi ini tidak saja terlihat pada jumlah kitinase, tetapi juga jenis yang dihasilkan (Nugroho, dkk., 2003).

Efektivitas *Trichoderma* sp, Bentuk Tunggal dan Campuran dalam Menekan Perkembangan *Phytophthora palmivora* pada Buah Kakao

Hasil uji efektivitas *Trichoderma* sp bentuk tunggal dan campuran dalam menekan perkembangan *P palmivora* pada buah kakao, dapat dilihat pada Gambar 4. Perlakuan *Trichoderma* T-D, T-E dan T-G masing-masing bentuk tunggal, terlihat tidak menunjukkan bercak perkembangan *P palmivora* pada buah kakao. Perlakuan *Trichoderma* sp bentuk campuran masing-masing T-DE, T-DG, T-EG dan T-DEG, juga tidak menunjukkan adanya bercak perkembangan *P palmivora* pada buah kakao. Semua perlakuan jenis-jenis *Trichoderma* sp baik bentuk tunggal maupun bentuk campuran tidak menunjukkan bercak seperti yang terlihat pada kontrol.



Gambar 4. Hasil Uji Efektivitas *Trichoderma* sp Bentuk Tunggal dan Campuran dalam Menekan Perkembangan *P palmivora* pada Buah Kakao, Inkubasi 3 Hari

Pada kontrol (inokulasi *P palmivora*, tanpa inokulasi *Trichoderma*) terlihat bercak bulatan coklat kehitaman, menunjukkan terjadinya infeksi *P palmivora* ke dalam jaringan buah dan selanjutnya berkembang hingga terlihat gejala perubahan warna buah dari warna hijau menjadi coklat kehitaman (Gambar 4). Pada jaringan tanaman, pertumbuhan hifa biasanya interselluler dan membentuk haustorium di dalam sel inang (Darmono, 1997). Terjadi perbedaan yang nyata antara kontrol dengan perlakuan buah yang diinokulasi *P palmivora* dan *Trichoderma koningii* (T-D), perlakuan buah yang diinokulasi *P palmivora* dan *Trichoderma* sp (T-E), perlakuan buah yang diinokulasi *P palmivora* dan *Trichoderma* sp (T-G), masing-masing dalam bentuk tunggal dan campuran, semuanya tidak terlihat adanya bercak. Hal ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* dalam bentuk tunggal dan campuran tersebut mempunyai kemampuan secara efektif dalam menekan perkembangan *P palmivora* pada buah kakao. Hasil penelitian Talanca (1998) tentang pengaruh aplikasi *Trichoderma* sp yakni, *T harzianum* (Th), *T viride* (Tv) dan *T reesei* (Tr) bentuk tunggal dan campuran (Th+Tv, Th+Tr, Tv+Tr, Th+Tv+Tr) dalam menghambat patogen *Sklerotium rolfsii*

penyebab penyakit hawar pelepah daun padi, menunjukkan bahwa *Trichoderma* tersebut bentuk tunggal dan campuran mempunyai kemampuan menekan *S rolfsii* dibandingkan dengan kontrol (tanpa *Trichoderma*). Hal ini terjadi karena *Trichoderma* sp dapat tumbuh cepat berkompetisi, menghasilkan antibiotik dan dapat memparasit dengan melilit hifa patogen inang.

KESIMPULAN

Trichoderma sp yang mempunyai antagonisitas tertinggi terhadap *P palmivora* secara *in vitro*, adalah; *Trichoderma* sp T-G (koleksi Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Untad, Palu), *Trichoderma* sp T-E (koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pusat Ilmu Hayati ITB, Bandung) dan *Trichoderma koningii* T-D (koleksi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember).

Trichoderma sp T-G, *Trichoderma* T-E dan *Trichoderma koningii* T-D dalam bentuk tunggal dan campuran, efektif menekan perkembangan *P palmivora* pada buah kakao. Namun *Trichoderma* sp T-G yang akan dikembangkan lebih lanjut sebagai agen pengendali hayati, berdasarkan sporulasi, antagonisitas dan efektivitas tertinggi dalam menekan perkembangan *P palmivora* pada buah kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Departement of Plant Pathology University of Florida. Elsevier Academic Press, New York, 5th ed , 398-399
- Anonim. 2004. *Panduan Lengkap Budi Daya Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Agromedia Pustaka, Jakarta, p. 222-245
- Anshary, A dan F. Pasaru. 2006. *Potensi Individu Dolichoderus thoracicus (Smith) sebagai Predator pada Larva Penggerek Buah Kakao dan Preferensinya pada Berbagai Jenis Sarang Buatan*. J. Agroland 13 (4) : 324-330
- Brasier, C. M dan M. J. Griffin. 1979. *Taxonomy of Phytophthora palmivora of Cocoa*. Trans, Br. Mycol. Soc, 72 : 111-143
- Cappuccino, J. G. & N. Sherman. 1987. *Microbiology a Laboratory Manual*. Cummings Publ. Co. Inc. Sydney, 75-80
- Darmono, T. W. 1994. *Kemampuan Beberapa Isolat Trichoderma sp dalam Menekan Inokulum Phytophthora sp di dalam Jaringan Buah Kakao*. Menara Perkebunan 62 (2) : 25-29
- Darmono, T. W. 1997. *Virulence and Genetic Integrity Among Isolate of Phytophthora palmivora from Diseased Cocoa Pods*. Menara Perkebunan 65 (1) : 34-42
- Deparaba, F. 1997. *Penyakit Busuk Buah Kakao (Phytophthora palmivora Bult.) dan Pengendaliannya*. J. Litbang Pertanian XVI (4) : 122-126.
- Edy., A. Anshary dan M. Yunus. 2008. *Kemampuan memangsa Dolichoderus thoracicus Smith (Hymenoptera : Formicidae) Pada Berbagai Stadium Perkembangan Serangga Penggerek Buah Kakao Conopomorpha cramerella (Snellen)*. J. Agroland 15 (2) : 34-38
- Guest, D. 2006. *Black Pod: Diverse Pathogens with a Global impact on Cocoa Yield*. The American Phytopathological Society, 97 (12) :1650-1653
- Nugroho, T. T., Ali, M., Ginting, C., Wahyuningsih, Dahliaty, A., Devi, S dan Sukmarisa, Y. 2003. *Isolasi dan Karakterisasi sebagian Kitinase Trichoderma viride TNJ63*. J. Natur Indonesia 5(2) : 101-106
- Singh, R., Singh, B. K., Upadhyay, R. S., Rai, Bharat dan Su Lee, Y. 2002. *Biological Control of Fusarium Wilt Disease of Pigeonpea*. J. Plant Pathol 18 (5) : 279-283
- Sukamto, S., Semangun, H dan Harsoyo, A. 1997. *Identifikasi Beberapa Isolat Jamur dan Sifat Antagonisitasnya terhadap Phytophthora palmivora pada Kakao*. Pelita Perkebunan 13 (3)
- Talanca, A. H. 1998. *Jamur Trichoderma sp Sebagai Biokontrol Terhadap Patogen Tanah*. Prosiding Seminar Ilmiah PEI, PFI dan HPTI Komda Sul-Sel, Maros (5 Desember 1998)
- Talanca, A. H., Soenartiningih dan Wakman, W. 1998. *Daya Hambat Trichoderma sp Pada Beberapa Jenis Jamur Patogen*. Prosiding Seminar Ilmiah PEI, PFI dan HPTI Komda Sul-Sel, Maros (5 Desember 1998)
- Tondje, P. R., Robert, D. P., Bon, M. C., Widmer, T., Samuels, G. J., Ismaiel, A., Begoude, A. D., Tchana, T., Nyemb-Tshomb, Ndoumbe-Nkeng, M., Bateman, R., Fontem, D dan Hebbbar, K. P. 2007. *Biological Control*, 43, 202-212. www.elsevier.com/locate/ybcon. 7 Juli 2008
- Umrah dan Rosmini. 2004. *Pembuatan Formula Trichoderma sp dalam Bentuk Sediaan Tablet Sebagai Biopestisida dan Dekompuser dengan Menggunakan Dedak Gandum*. J. Agroland. 11(3) : 261-267
- Umayah, A. dan Purwantara, A. 2006. *Identifikasi Isolat Phytophthora Asal Kakao*. J. Menara Perkebunan. 74 (2) : 76-85.