

IDENTIFIKASI DAN UJI EFEKTIVITAS CENDAWAN RHIZOSFER TANAMAN KAKAO POTENSINYA SEBAGAI ANTAGONIS PENGENDALI (*Phytophthora palmivora* Bult.) PENYEBAB BUSUK BUAH KAKAO

Oleh:

Meitry Tambingsila¹⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan 1) mengidentifikasi keragaman cendawan rhizosfer pada tanaman kakao dengan pohon pelindung dan tanpa pohon pelindung; 2) aplikasi langsung suspensi spora cendawan dapat menghambat perkembangan *P. palmivora* dalam perannya sebagai antagonis. Penelitian ini dilakukan di desa Paporang Kecamatan Batulapa Kabupaten Pinrang, dan dilanjutkan di laboratorium Identifikasi OPT dan Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan penyakit Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar. Isolasi cendawan rhizosfer menggunakan metode cawan pengenceran yang dilanjutkan dengan pengujian Bioassay. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan keragaman cendawan rhizosfer pada tanaman kakao dengan pohon pelindung dan tanpa pohon pelindung. Cendawan antagonis yang dominan adalah dari genus *Trichoderma*, *Gliocladium* and isolate Pm6 yang juga dapat menghambat infeksi dari *P. palmivora* dengan besaran penghambatan luas bercak masing-masing sebesar 51cm², 41,9cm² dan 20,2cm².

Kata Kunci: Identifikasi, Rhizosfer tanaman kakao, Cendawan antagonis.

PENDAHULUAN

Rizosfer merupakan daerah yang ideal bagi tumbuhan dan berkembangnya mikroba tanah, termasuk di dalamnya agensia hayati. Rhizosfer adalah bagian dari tanah yang dipengaruhi oleh akar dan merupakan area yang dapat meningkatkan kegiatan dan jumlah organisme, serta adanya interaksi yang kompleks antara mikroba dan akar (Kennedy 1972 dalam Sylvia *et al*, 2005). Peran penting rhizosfer ini sangat ditentukan oleh keberadaan akar tanaman. Makin banyak dan padat akar suatu tanaman di dalam tanah, makin kaya kandungan bahan

organik pada rhizosfer, makin padat pula populasi mikroba tanah. Hasanudin (2003) menyatakan bahwa secara keseluruhan habitat hidup mikroorganisme berguna terdapat di dalam tanah sekitar akar tumbuhan (rhizosfer). Beberapa mikroba rizosfer berperan penting dalam siklus hara dan proses pembentukan tanah, pertumbuhan tanaman, mempengaruhi aktivitas mikroba serta sebagai pengendali hayati terhadap patogen tular tanah (Foster, 1985). Dengan adanya berbagai senyawa yang menstimulasi pertumbuhan mikroba, menyebabkan jumlah mikroba di

¹⁾ Staf Pengajar Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sintuwu Maroso

lingkungan rhizosfer sangat tinggi. Salah satu mikroba yang menghuni tanah adalah cendawan. Cendawan tanah dapat bertahan dalam keadaan inang tidak tersedia dengan cara sebagai safrofit pada bahan organik yang sudah melapuk atau dorman dalam bentuk spora atau sclerotium.

Beberapa cendawan tanah yang telah diteliti dalam pemanfaatan sebagai antagonis di antaranya: Nurhayati (2011) melaporkan bahwa *Trichoderma* spp, *Penicillium* spp dan *Gliocladium* sp. merupakan cendawan yang dapat bersifat antagonis terhadap patogen tanaman baik yang terdapat di tanah, maupun pada permukaan inang seperti biji dan benih. Efektivitas penghambatan *Trichoderma* sp. yang merupakan cendawan yang bersifat antagonis terhadap cendawan *Sclerotium rolfsii*, *Aspergillus niger*, dan *Fusarium* di beberapa lahan di Lampung dan Sumatera Selatan (BALITKABI, 2012); *Trichoderma* spp mengendalikan *Phytophthora* spp dan hasilnya memperlihatkan bahwa cendawan tersebut dapat pula menekan perkembangan serangan penyakit busuk buah kakao di lapang (Asaad, et al., 2011). Sri Mulyati (2009) melaporkan bahwa pemberian agensia hayati *Trichoderma* sp dengan *Gliocladium* sp secara gabungan mampu menekan intensitas penyakit *Rhizoctonia solani* sampai 90 % pada tanaman jagung dan menurut Soesanto

(2008), perpaduan pengendalian cendawan *Corticium rolfsii* pada tomat antara *G. virens* dan penyinaran tanah dengan sinar matahari menunjukkan hasil penekanan yang lebih besar di banding dengan perlakuan tunggal.

Untuk mengetahui jenis cendawan pada rhizosfer tanaman kakao, perlu dilakukan isolasi dan identifikasi. Identifikasi merupakan suatu kegiatan yang sangat penting mengingat banyak jenis cendawan yang belum diketahui jumlah dan jenisnya dan bahkan peranannya. Berdasarkan informasi tersebut maka penelitian mengenai identifikasi dan uji efektivitas cendawan berguna asal rhizosfer tanaman kakao menjadi sangat penting.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi

Penelitian dilakukan di desa Paporang Kecamatan Batulapa Kabupaten Pinrang, dilanjutkan di Laboratorium Identifikasi OPT dan Pengendalian Hayati, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Hasannuddin Makassar dari Februari sampai Juli 2013.

Prosedur Kerja

Persiapan

a. Pengambilan Sampel Tanah

Daerah pengambilan sampel tanah dibedakan pada pohon kakao dengan pohon pelindung dan tanpa pohon pelindung,

masing-masing sebanyak 5 pohon yang ditetapkan pada diagonal lahan. Sampel tanah diambil pada daerah rhizosfer tanaman kakao yang terserang OPT masing - masing sebanyak 300 gram sesuai 4 arah mata angin dengan menggunakan bor hingga pada kedalaman 20 - 30 cm, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastic diberi label berupa lokasi dan tanggal pengambilan sampel. Selain itu, juga diambil sampel tanah sebanyak 300 gram pada rhizosfer tanaman kakao sehat sebagai kontrol. Dengan demikian maka terdapat 48 sampel tanah yang selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi dan diuji.

b. Isolasi Cendawan Rhizosfer dengan Metode Cawan Pengenceran.

Sisa sampel tanah yang telah di ayak kemudian diisolasi menggunakan pengenceran berseri dengan cara sebanyak 10 g tanah dimasukkan kedalam 900 ml air steril lalu dikocok selama 30 menit. Selanjutnya diambil 1 ml suspensi lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml aquades steril. Pengenceran berseri dilakukan hingga mendapatkan pengenceran 10^{-6} . Dari pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} setiap 0,1 ml suspensi kemudian di tumbuhkan pada media PDA dengan metode sebar lalu di inkubasikan selama 3 - 7 hari pada suhu 22 - 25°C.

Identifikasi Cendawan

Setelah didapatkan biakan murni, Identifikasi cendawan dilakukan secara makroskopis yaitu dengan mengamati ciri-ciri fisik dari koloni cendawan pada media PDA dan untuk pengamatan mikroskopis, isolat - isolat cendawan yang tumbuh dari kedua metode tersebut ditumbuhkan pada agar air yang tipis digelas objek (*Slide Culture*), diinkubasikan selama 3 - 7 hari dan diamati bentuk morfologinya dibawah mikroskop digital. Identifikasi didasarkan pada kunci determinasi dalam *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (Barnett & Hunter 1998; Watanabe, 2010).

Uji Bioassay Cendawan Antagonis

Cendawan-cendawan yang telah diidentifikasi selanjutnya diuji untuk mengetahui perannya sebagai antagonis. Cendawan yang digunakan dalam percobaan ini adalah cendawan yang dominan. Cendawan antagonis diujikan pada buah kakao yang terinfeksi *P. palmivora* dengan cara mengaplikasikan 10ml pada buah sampel dengan konsentrasi spora 10^6 pada setiap sampel percobaan.

Konsentrasi spora berdasarkan perlakuan diperoleh dengan cara menambahkan 10 ml air steril ke dalam cawan petri yang berisikan biakan cendawan yang telah berumur 8 hari kemudian dihomogenkan dengan menggunakan spatula selama 1 menit. Setelah itu, suspensi spora dipindahkan ke dalam tabung reaksi kosong. Penentuan konsentrasi

spora dengan cara suspensi spora dari perlakuan isolate diambil sebanyak 1ml dan ditetesi pada *Haemocytometer* kemudian dihitung jumlah sporanya di bawah mikroskop binokuler dengan pembesaran 400x. Untuk menghitung konsentrasi spora digunakan rumus Gabriel dan Riyatno (1989) sebagai berikut:

$$K = \frac{t}{(n \times 0,25)} \times 10^6$$

Keterangan:

- K = Konsentrasi spora per ml larutan
 t = Jumlah total spora dalam kotak perhitungan yang diamati
 n = Jumlah kotak yang diamati (5 kotak besar x 16 kotak kecil)
 0,25 = faktor koreksi penggunaan kotak sampel skala kecil pada *Haemocytometer*

Uji In Vivo dilakukan dengan menyiapkan sampel sebanyak 24 buah kakao sehat, sebanyak 21 buah sampel di inokulasi dengan buah yang terinfeksi busuk buah *Phytohthora*. Buah yang sakit diukur luas bercaknya selanjutnya sampel - sampel tersebut diaplikasikan suspensi cendawan antagonis pada seluruh bagian dari buah sampel sesuai dengan konsentrasi spora yang diuji. Selanjutnya sampel buah dimasukkan ke dalam wadah masing - masing. Pengamatan dilakukan sehari setelah aplikasi (HSA) selama 8 hari dengan menghitung luas

bercak. Luas bercak dihitung menggunakan rumus:

$$L = 3,14 \times \left\{ \frac{(P+L)}{4} \right\}^2$$

Keterangan:

- L = Luas Bercak
 P = Panjang
 L = Lebar (Rubiyo *et al.*, 2010)

Rata - rata pertambahan luas bercak (ΔL) dihitung dengan rumus:

$$\Delta L = \frac{\sum (X_n - X_{(n-1)})}{N}$$

Keterangan:

- X_n : Rata-rata luas bercak pada hari ke-n
 $X_{(n-1)}$: Rata-rata luas bercak pada hari ke n-1,
 N : Jumlah pengamatan yang dilakukan.

Cendawan yang digunakan sebagai perlakuan adalah Isolat Pm6, Pm11 dan Pm10. Konsentrasi yang diuji adalah:

- E0 = aquades (Kontrol)
 E2 = konsentrasi spora 10^6 /ml

Analisis data

Data yang diperoleh di analisis menggunakan analisis statistic dengan menghitung pertambahan luas bercak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Cendawan Antagonis

Hasil isolasi dari pengenceran tanah rhizosfer tanaman kakao diperoleh tiga isolat yang dominan yaitu *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp. dan satu isolat

belum teridentifikasi. Isolat yang teridentifikasi tersebut memiliki ciri morfologi makroskopis dan

mikroskopis seperti yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Morfologi Isolat Cendawan Dominan Pada Rhizosfer Tanaman Kakao Yang Didapat Dari Metode Cawan Pengenceran

Isolat	Rhizosfer	Warna koloni	Pertumbuhan di Media PDA	Colony Reverse	Bentuk konidia/spora	Bentuk hifa	Genus
Pm10	Pohon Pelindung	Hijau tua	Cepat	Kuning	Bulat	Tidak bersepta	<i>Trichoderma</i>
Pm11	Pohon Pelindung	Abu-abu berhalo putih	Cepat	Putih	Bulat lonjong bersepta	bersepta	<i>Gliocladium</i>
Pm6	Pohon Pelindung	Kuning muda	Sedang	Kuning + bintik merah	Bulat kecil	unknow	unknown
	Tanpa Pohon Pelindung						

Keterangan: Identifikasi menggunakan buku identifikasi berdasarkan pada kunci determinasi (Barnett dan Hunter, 1998; Watanabe, 2010)

Menurut Intan *et al.* (2013), cendawan *Trichoderma* spp. adalah jamur saprofit tanah yang secara alami merupakan parasit dan menyerang banyak jenis cendawan penyebab penyakit tanaman atau memiliki spectrum pengendalian yang luas. Dalam keadaan lingkungan yang kurang baik, miskin hara atau kekeringan, cendawan ini akan membentuk kladospora sebagai propagul untuk bertahan dan akan berkembang kembali jika keadaan lingkungan sudah menguntungkan dan cukup tahan terhadap fungisida dan herbisida. Hal ini sejalan dengan Alexander (1930), bahwa cendawan *Trichoderma* spp. adalah cendawan

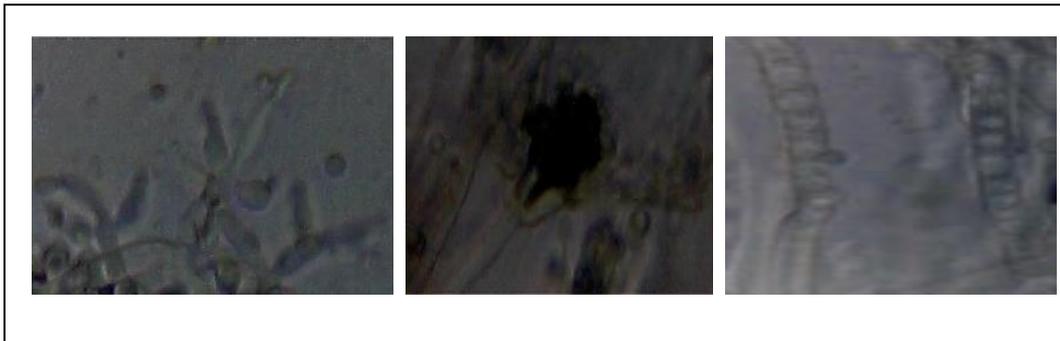
saprofit yang paling umum dijumpai dalam tanah. Ketiga isolat yang dominan dari hasil pengenceran dapat dilihat pada gambar 1.

Secara umum dapat dijelaskan terdapat perbedaan keragaman cendawan rhizosfer pada tanaman kakao dengan pohon pelindung dan tanpa pohon pelindung. Perbedaan keragaman cendawan itu diduga dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dan faktor lingkungan setempat seperti kandungan oksigen dan temperature. Ketersediaan bahan organik dan perakaran dalam tanah juga sangat mempengaruhi keragaman dan penyebaran

mikroorganisme tanah (Alexander, 1977).

Soesanto (2008), rhizosfer mengandung sumber nitrogen dan karbon yang mudah dimetabolisme menjadi gula sederhana dan

senyawa lain, yang dikeluarkan dalam bentuk eksudat. Sebagai akibatnya, daerah tersebut lebih sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangan antagonis daripada tanah di sekelilingnya.



(A)

(B)

(C)

Gambar 1. Cendawan *Trichoderma* sp (A), *Gliocladium* sp (B), isolat Pm6 (C) pengamatan dibawah mikroskop dengan pembesaran 40x

Gliocladium spp dan *Trichoderma* spp. merupakan cendawan yang penyebarannya sangat luas dan masih cukup banyak ditemukan pada lahan pertanian kakao. *Trichoderma* spp dilaporkan juga bahwa penyebarannya sangat luas dan paling banyak terdapat di dalam tanah, toleran terhadap zat penghambat pertumbuhan, tumbuh cepat, menghasilkan spora yang

melimpah dan bersifat antagonistik terhadap cendawan lain (Chet, 1986).

Uji Bioassay Cendawan Antagonis

Pengamatan rata-rata luas bercak pada buah kakao setelah aplikasi isolate cendawan Pm10, Pm11 dan Pm6 dengan konsentrasi spora 10^6 dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Rata-rata Luas Bercak Pada Buah Yang Aplikasikan Isolate Cendawan Pm10 Konsentrasi Spora 10^6

Buah	Luas bercak pada pengamatan HSA (cm ²)						Rata - rata pertambahan luas bercak (mm ² /hari)*
	3	4	5	6	7	8	
K (positif)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K (negatif)	10,17	73,1	183,76	354,48	475,1	512,45	97,59
B1	14,52	52,14	121,7	181,37	247,32	278,93	44,07
B2	3,63	12,56	32,66	100,24	200,96	273,04	44,90
B3	16,25	62,18	150,58	221,56	290,89	310,87	49,10
B4	9,34	50,24	126,61	188,59	217,62	312,43	50,52
B5	7,79	34,2	99,35	154,96	222,88	280,41	45,44
Rata-rata Pertambahan luas bercak B1-B5 (mm/hari)*							46,81

Keterangan: Rata-rata pertambahan luas bercak (ΔL) dihitung dengan rumus $\Delta L = \sum(X_n - X_{(n-1)})/N$ (Rumus 2), X_n adalah rata-rata luas bercak pada hari ke-n dan $X_{(n-1)}$ adalah rata-rata luas bercak pada hari ke n-1, N adalah jumlah pengamatan yang dilakukan.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa pada buah B1, B2, B3, B4 dan B5 belum terlihat penghambatan infeksi yang signifikan dari isolate Pm10 pada pengamatan hari ketiga hingga hari kelima bila dibandingkan dengan kontrol negatif dan terlihat signifikan pada pengamatan hari keenam hingga hari kedelapan. Rata - rata pertambahan luas bercak pada buah B1, B2, B3, B4 dan B5 sebesar (46,81) mm/hari.

Tabel 3 terlihat bahwa pada buah B1, B2, B3, B4, B5 dan B6 adanya penghambatan infeksi sejak pengamatan hari keempat hingga hari kedelapan dan rata - rata pertambahan luas bercak sebesar (14,29) mm/hari lebih kecil bila dibandingkan pada buah kontrol negative sebesar (34,45)mm/hari.

Tabel 3. Rata-rata Luas Bercak Pada Buah Yang Aplikasikan Isolate Cendawan Pm6 Konsentrasi Spora 10^6

Buah	Luas bercak pada pengamatan HSA (cm ²)						Rata-rata penambahan luas bercak (cm ² /hari)*
	3	4	5	6	7	8	
K (positif)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K (negatif)	5,94	14,68	21,84	28,26	50,24	85,72	34,45
B1	1,63	4,00	7,56	13,97	21,39	32,21	13,46
B2	1,63	4,00	8,27	13,51	22,56	30,53	13,41
B3	2,44	7,63	10,00	15,60	26,01	36,00	16,28
B4	1,96	3,56	7,22	12,25	29,16	32,78	14,49
B5	1,50	3,75	9,46	13,60	26,27	32,49	14,51
B6	1,38	3,02	8,93	15,50	23,52	29,16	13,59
Rata-rata Pertambahan luas bercak B1-B6 (cm/hari)*							14,29

Keterangan: Rata-rata penambahan luas bercak (ΔL) dihitung dengan rumus $\Delta L = \sum(X_n - X_{(n-1)})/N$ (Rumus 2), X_n adalah rata-rata luas bercak pada hari ke- n dan $X_{(n-1)}$ adalah rata-rata luas bercak pada hari ke- $n-1$, N adalah jumlah pengamatan yang dilakukan.

Pada Tabel 4 juga terlihat bahwa pada buah B1, B2, B3, B4, B5 dan B6 terjadi penghambatan infeksi yang sangat signifikan sejak pengamatan hari ketiga hingga hari kedelapan. Rata-rata penambahan luas bercak terbesar terlihat pada kontrol negatif sebesar (51,54) mm/hari sedangkan pada buah B1, B2, B3, B4, B5 dan B6 sebesar (9,65) mm/hari.

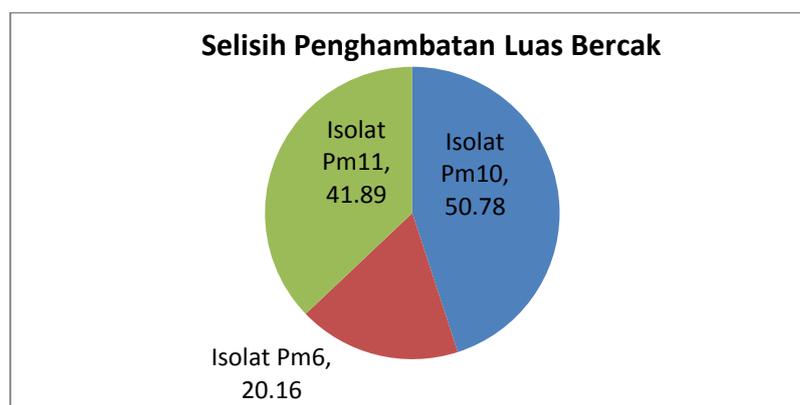
Hal ini mengindikasikan bahwa isolat cendawan Pm10 dan Pm11 mampu memperlambat laju degradasi sel yang disebabkan oleh infeksi patogen *P. palmivora*

sedangkan Isolat Pm6 tidak terlalu signifikan. Mikroba antagonis yang memiliki kemampuan antimikroba dapat menghasilkan senyawa antimikroba. Senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh mikroba pada umumnya merupakan metabolit sekunder yang tidak digunakan untuk proses pertumbuhan (Schlegel, 1993), tetapi untuk pertahanan diri dan kompetisi dengan mikroba lain dalam mendapatkan nutrisi, habitat, oksigen, cahaya dan lain-lain (Baker dan Cook, 1974).

Tabel 4. Rata-rata luas bercak pada buah yang aplikasikan isolate cendawan Pm11 konsentrasi spora 10^6

Buah	Luas bercak pada pengamatan HSA (cm ²)						Rata-rata pertambahan luas bercak (cm ² /hari)*
	3	4	5	6	7	8	
K (positif)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K (negatif)	5,10	10,60	38,47	51,82	74,62	128,61	51,54
B1	0,46	1,32	3,66	10,08	12,43	21,16	8,18
B2	0,66	1,44	5,06	11,22	15,21	23,52	9,52
B3	0,58	1,21	3,75	9,30	12,78	18,71	7,72
B4	0,29	0,93	1,82	4,95	10,89	27,83	7,78
B5	1,53	2,52	5,88	13,51	20,03	53,66	16,19
B6	0,62	1,72	2,44	8,27	14,82	23,04	8,49
Rata-rata Pertambahan luas bercak B1-B6 (mm/hari)*							9,65

Keterangan: Rata-rata pertambahan luas bercak (ΔL) dihitung dengan rumus $\Delta L = \sum(X_n - X_{(n-1)})/N$ (Rumus 2), X_n adalah rata-rata luas bercak pada hari ke-n dan $X_{(n-1)}$ adalah rata-rata luas bercak pada hari ke n-1, N adalah jumlah pengamatan yang dilakukan.



Gambar 2. Selisih Penghambatan Luas Bercak

Burge (1988) melaporkan bahwa agen hayati kelompok cendawan diketahui mampu menghasilkan senyawa beracun (toksis) yang berfungsi sebagai anti mikroba. Agens hayati yang diketahui mempunyai mekanisme toksin diantaranya dari genus *Trichoderma* dan *Gliocladium*. Kedua genus cendawan ini

menghasilkan sangat beragam metabolit dengan fungsi yang berbeda. Toksin yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp adalah kelompok peptaibol yang berfungsi sebagai fungisida. Menurut Talanca *et al.* (1998) mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. terhadap cendawan pathogen dilakukan dengan mengeluarkan toksin berupa enzim β -

1,3 glukanase, kitinase dan selulase yang dapat menghambat pertumbuhan bahkan dapat membunuh pathogen. Hasil penelitian Nurhayati (2011) bahwa cendawan *Trichoderma* sp memiliki mekanisme pengendalian sebagai mikoparasit, pesaing, antibiotic dan enzimatik, sementara cendawan *Gliocladium* sp sebagai mikoparasit. Toksin yang dihasilkan oleh *Gliocladium* sp adalah gliotoksin. Gliotoksin mempunyai keaktifan sebagai antimikroba, mengatur kekebalan, menghambat faktor pengaktif *platelet* dan bersinergi dengan enzim pengurai dinding sel (Soesanto, 2008).

KESIMPULAN

1. Terdapat perbedaan keragaman cendawan rhizosfer pada tanaman kakao dengan pohon pelindung dan tanpa pohon pelindung dan hasil identifikasi diperoleh genus *Gliocladium*, dan *Trichoderma* dan 1 isolat lainnya belum teridentifikasi.
2. Aplikasi langsung suspensi spora cendawan antagonis dari genus *Trichoderma*, *Gliocladium* dan isolate Pm6 dapat menghambat perkembangan *P. Palmivora*

SARAN

Perlu untuk dilakukannya identifikasi cendawan secara molekuler dan pengujian lanjut untuk mengetahui patogenesisitas dan perannya sebagai cendawan antagonis di lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander M, 1977. Introduction to soil Microbiology. Jhon willey & Sons, Inc., Canada
- Alexander, Martin. 1930. Introduction to Soil Microbiology. Library of Congress. USA.
- Asaad, Baso Aliem Lologau, Nurjanani dan Warda, 2011. Kajian Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao, *Phytophthora* sp. Menggunakan *Trichoderma* dan Kombinasinya dengan penyarungan Buah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2012. Cendawan Antagonis untuk Mengendalikan Penyakit Tular Tanah dan *Rhizoctonia solani* Ramah Lingkungan. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id>
- Barnett, H.L and Hunter 1998. Illustrated Genera of Im-perfect Fungi. Burgess Publishing Company, Mineapolis.
- Beker, K.F and R.J Cook. 1974. Biological Control of Plant Pathogen. Freeman and Co. San Farnscisco.

- Burge, M.N. 1988. Fungi in Biological Control System. Manchester Univ. Press. 296pp
- Chet, I. 1986. Innovative Approach to Plant Disease Control. The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agriculture. Rehovot, Israel John Wiley and Sons. New York. 11-210
- Foster R.C. 1985. The Biology of the Rhizosphere. Prosiding and International Congress of plant pathology, Australia.
- Gabriel B.P. dan Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sor: Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Jakarta: Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian
- Hasanudin, MSc., Dr., Ir., 2003. Peningkatan Peranan Mikroorganisme dalam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Intan Berlian, Budi Setyawan, dan Harnanto Hadi, 2013. Mekanisme Antagonis *Trichoderma* spp. Terhadap beberapa Patogen Tular Tanah. Warta Perkaretan 32 (2), 74-82.
- Nurhayati 2011. Penggunaan Jamur dan Bakteri dalam Pengendalian Penyakit Tanaman secara Hayati yang Ramah Lingkungan. Prosiding Semirata Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilaya Barat.
- Rubiyo, Purwantara A., dan Sudarsono, 2010. Ketahanan 35 Klon Kakao terhadap Infeksi *Phytophthora palmivora* Butl. Berdasarkan Uji *Detached Pod*. Jurnal Litri 16 (4): 172-178.
- Soesanto, L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. Rajawali Press. Jakarta.
- Sri Mulyati, 2009. Pengendalian Penyakit Hawar Pelepah Daun (*Rhizoctonia solani*) Menggunakan Beberapa Agensia Hayati Golongan Cendawan pada Tanaman Jagung (*Zea mays*). Jurnal Agronomi Vol. 13 No. 2, Juli-Desember.
- Schegel, G.H. 1993. General Microbiologi Seventh. University Press. USA.
- Sylvia, D., Fuhrmann, J., Harartel, P., Zuberer, D. 2005. Principles and Applications of Soil Microbiology Pearson Education Inc. New Jersey.
- Talanca, AH, Soenartiningih dan Wakman W, 1998. Daya Hambat jamur

Trichoderma spp. Pada beberapa Jenis Jamur Patogen. Risalah seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan XI PEI, PFI dan HPTI Sulawesi Selatan. Maros.

Watanabe, T. 2010. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi, Morphologi of Cultured Fungi and Key To Species (Third Edition)*. CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC. United States of America