

PENGUJIAN *TRICHODERMA* SP. SEBAGAI PENGENDALI HAWAR DAUN BIBIT KAKAO YANG DISEBABKAN OLEH *PHYTOPHTHORA PALMIVORA*

Sutarman

Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Jl. Raya Gelam 250 Candi Sidoarjo, Jawa Timur, 61271
E-mail: sutarman@umsida.ac.id

ABSTRACT

Testing of *Trichoderma* sp as a biocontrol agent for cocoa seedlings leaf blight caused by *Phytophthora palmivora*. This study aims to determine the ability of *Trichoderma* sp. TCN-Klp isolates suppressed *P. palmivora* inoculated on the leaves of cocoa seedlings with and without wounding the leaves before inoculation. There were two kinds of experiments: inoculation without wounding the leaves (1st experiment) and inoculation with wounding leaves (2nd experiment). Both of them were done by inoculation treatment: pathogens, *Trichoderma*, pathogens and *Trichoderma* simultaneously, then pathogens and incubated for 2x24 hours then inoculated. The results showed that the isolates TCN-Klp of *Trichoderma* sp was able to suppress pathogens by inoculation simultaneously, which was preceded and precede the pathogens with a gap of 24 hours on with and without wounding leaves at 10 days after inoculation.

Key words: *Trichoderma*, *P. palmivora*, injury index, cocoa seedlings

ABSTRAK

Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai agensia biokontrol hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan *Trichoderma* sp. isolat TcN-Klp menekan *P. palmivora* yang diinokulasikan pada daun bibit kakao yang dilukai dan tanpa dilukai. Dua macam percobaan yaitu inokulasi tanpa pelukaan daun dan inokulasi dengan pelukaan daun dilakukan dengan perlakuan inokulasi: patogen, *Trichoderma* sp., patogen dan *Trichoderma* sp. bersamaan, patogen dan diinkubasi 2 x24 jam untuk kemudian diinokulasi *Trichoderma* sp., *Trichoderma* sp. dan diinkubasi 2x24 jam untuk kemudian diinokulasi patogen, dan tanpa inokulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. isolat TcN-Klp mampu menekan patogen baik dengan cara inokulasi bersamaan, didahului dan mendahului patogen dengan selisih waktu 24 jam pada tanpa pelukaan dan dengan pelukaan daun pada 10 hari setelah inokulasi.

Kata kunci: bibit kakao, indeks luka, *P. palmivora*, *Trichoderma* sp.

PENDAHULUAN

Banyak spesies *Phytophthora* berstatus sebagai patogen yang sangat merusak dan menyebabkan penyakit penting pada agroekosistem di seluruh dunia (Chen *et al.*, 2013; Kroon *et al.*, 2012; Sikora *et al.*, 2012). *P. palmivora* patogen tular tanah menginfeksi berbagai tanaman penting di dunia (Quesada-Ocampo *et al.*, 2011). Secara etiologi sangat dimungkinkan terjadi perpindahan propagul *Phytophthora* dari lingkungan sebagai sumber inokulum potensial ke pertanaman (Davidson *et al.*, 2011) serta berkembangnya status organisme pengganggu di samping menjadi patogen tular tanah yang menyerang perakaran juga menyerang bagian tajuk tanaman.

Pada umumnya pengendalian jamur patogen menggunakan fungisida kimia, namun saat ini pengujian pengendalian biologi sebagai alternatif semakin meningkat (Ugur Bal, 2007). Mengingat aplikasi

fungisida untuk mengendalikan patogen ini selain berdampak negatif terhadap lingkungan juga menimbulkan resistensi patogen terhadap fungisida, maka pemanfaatan agensia hayati, terutama *Trichoderma*, makin banyak dikembangkan. *Trichoderma* memproduksi sejumlah metabolit sekunder gliotoksin (Mukherjee *et al.*, 2013), enzim hidrolitik serta mampu memparasit inang yang terinduksi oleh respons terhadap molekul (ekstraselular) yang dikeluarkan inang (Omann *et al.*, 2012). Dengan keunggulan berbagai karakter biologi dan ketersediaan di area pertanaman, maka dapat diandalkan sebagai agensia hayati pengendali patogen yang efektif, efisien, juga ramah lingkungan.

Pemanfaatan *Trichoderma* yang berasal dari lahan di sentra-sentra pengembangan pertanaman kakao memiliki prospek yang cerah. Untuk itu isolasi dan penapisan terhadap potensi antagonis berbagai isolat *Trichoderma* dari sentra pengembangan kakao telah

banyak dilakukan. *Trichoderma* sp. isolat Tcn-Klp sebagai isolat terpilih dan telah menunjukkan daya hambat terhadap *P. palmivora* penyebab hawar daun bibit kakao (Nurudin dan Sutarman, 2014) memiliki potensi sebagai kandidat agensia hayati. Namun demikian sebagai agensia hayati potensial, kemampuan *pre-disposisi*, kesintasan, dan kemampuan menekan patogen hawar daun bibit kakao oleh isolat yang sesungguhnya sebagai “soil borne” ini di permukaan daun relatif belum teruji. Di pertanaman senantiasa terjadi pelukaan tajuk oleh berbagai sebab biotik maupun abiotik yang dapat memfasilitasi tempat tumbuh bagi *Trichoderma* dan jamur patogen. Kondisi tersebut dapat pula terjadi pada tajuk pertanaman kakao. Oleh karena itu diperlukan suatu pengujian kemampuan *Trichoderma* dalam menghambat patogen melalui pengamatan gejala berupa luas dan indeks luka daun yang diinokulasi *Trichoderma* kandidat agensia pengendali hayati dan patogen dengan berbagai cara inokulasi.

Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan *Trichoderma* sp. isolat TcN-Klp menekan *P. palmivora* yang diinokulasikan pada daun bibit kakao yang dilukai dan tanpa dilukai melalui beberapa cara inokulasi.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan di *Green House* Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sidoarjo di Desa Gelam Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo pada bulan Maret-Juli 2015.

Pengujian Efektivitas Antagonistik Melalui Inokulasi Tanpa Pelukaan Daun. Percobaan ini dilakukan selain untuk menguji kemampuan sintasan dan kemampuan hidup *Trichoderma* sp. pada permukaan daun tanpa luka juga untuk menguji kemampuannya dalam menekan patogen. Percobaan tahap pertama ini merupakan bagian dari keseluruhan proses penelitian yang dimulai sejak menyiapkan inokulum isolat *Trichoderma* sp. TcN-Klp dan patogen di Laboratorium Mikrobiologi hingga kegiatan persiapan bibit dan tahap akhir percobaan di *Green House*.

Bibit kakao umur 5 minggu setelah tanam (MST), yang ditumbuhkan dalam polibag kapasitas 5 kg, diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Kakao-Jember dan sudah teruji bebas serangan *damping off* diaklimatisasi selama 3 minggu, sehingga ketika bibit berumur 8 MST siap digunakan bebas gangguan patogen. Seluruh daun tiap bibit yang digunakan

dibersihkan dengan desinfektan (alkohol 50%) dan air destilat steril, kemudian ditutup dengan kantung plastik untuk menghindari masuknya patogen (bukan perlakuan) dan menjaga kelembaban serta diinkubasi selama 1 minggu untuk memastikan daun bebas infeksi. Di lain pihak disiapkan isolat *Trichoderma* sp. (isolat TcN-Klp) (Nurudin dan Sutarman, 2014) dan isolat *P. palmivora* (diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Kakao-Jember, Jawa Timur) masing-masing ditumbuhkan dalam media PDAm (Vargass Gill *et al.*, 2009) yang dimodifikasi dengan komposisi filtrat rebusan umbi kentang (200 g), glukosa (20 g), agar (20 g), dan khloramfenikol (0,3 g). Propagul patogen dan antagonis yang diambil dari kultur media, dipanen dan diencerkan dengan air steril masing-masing sampai mencapai kerapatan sekitar 4×10^4 sporangia dan 4×10^7 konidiospora per ml. Selanjutnya dipilih secara acak daun bibit, namun bukan daun yang paling ujung (muda) dan/atau daun yang paling tua, yang akan diinokulasi tersebut. Daun dibersihkan kembali dengan desinfektan (alkohol 50%) dan dibilas dengan air destilat steril. Media tanam dalam polibag diberi air destilat tiap hari dan tiap bibit kakao disungkup oleh kantong plastik untuk mencegah patogen dan kontaminan lain dari udara serta menjaga kelembaban udara sekitar 80-90% dengan suhu 26 ± 3 °C. Daun diinokulasi dengan *P. palmivora* dengan cara mengoleskan propagul patogen dan *Trichoderma* yang sudah disiapkan sesuai dengan perlakuan yang masa inkubasinya 2x24 jam. Selanjutnya inokulasi dilakukan sesuai perlakuan sebagai berikut: Kontrol = daun tidak diinokulasi *P. palmivora* maupun *Trichoderma* sp.; Phyt = daun hanya diinokulasi *P. palmivora*, kemudian diinkubasi; Tric = daun hanya diinokulasi *Trichoderma* sp., kemudian diinkubasi; Phyt-Tric = daun diinokulasi *P. palmivora* bersamaan dengan inokulasi *Trichoderma* sp., kemudian diinkubasi; Phyt-Tric1 = daun diinokulasi *P. palmivora* terlebih dahulu kemudian setelah diinkubasi selama 2x24 jam, dilakukan inokulasi *Trichoderma* sp.; Tric-Phyt1 = daun diinokulasi *Trichoderma* sp. terlebih dahulu dan 2x24 jam kemudian diinokulasi *P. palmivora*. Media tanam dalam polibag diberi air destilat tiap hari dan tiap bibit kakao disungkup oleh kantong plastik untuk mencegah patogen dan kontaminan lain dari udara serta menjaga kelembaban udara sekitar 80-90% dengan suhu 26 ± 3 °C.

Semua perlakuan pada percobaan ini diulang sebanyak 3 kali. Variabel yang diamati dalam percobaan ini adalah gejala serangan berupa: indeks luka hawar daun yang menunjukkan berat kerusakan satu unit percobaan berdasarkan gejala yang diamati setiap 2 hari sesudah masa inkubasi 2x 24 jam hingga 10 hari setelah

inkubasi (HSI) dan dihitung dengan menggunakan rumus seperti digunakan You *et al.* (2016) yang dimodifikasi menjadi sebagai berikut:

$$IL = \sum_{i=1}^{k=4} (in_i) N . k \times 100 \% \dots(1)$$

- IL = indeks luka
i = nilai numerik (skor) bibit dengan kriteria gejala serangan teramati
 n = jumlah daun bibit dengan skor gejala *i*
 N = jumlah daun
 k = nilai numerik (skor) tertinggi dengan kriteria gejala serangan terberat

Kriteria gejala pada daun bibit kakao ditentukan berdasarkan kriteria gejala seperti terlihat pada Tabel 1.

Pengujian Efektivitas Antagonistik Melalui Inokulasi Dengan Pelukaan Daun. Percobaan ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Trichoderma* sp TcN-klp tumbuh dan menekan patogen yang diinokulasi pada daun yang dilukai. Percobaan ini dilakukan secara paralel dengan pengujian efektivitas antagonistik melalui inokulasi tanpa pelukaan daun dengan bibit kakao berumur sama yaitu 8 MST di persemaian. Langkah-langkah kegiatan pengujian efektivitas tahap ini seperti pada pengujian tanpa pelukaan. Daun bibit dilukai dengan karborundum yang dioleskan dengan menggunakan “cotton bud” sehingga melukai permukaan daun seluas ± 1 cm². Bibit yang digunakan untuk percobaan bebas gejala penyakit diinokulasi dengan keenam macam cara inokulasi sebagai perlakuan dan diulang 3 kali. Pengamatan dilakukan terhadap gejala serangan berupa: (i) luas bercak atau nekrotik pada daun diamati pada 4 dan 6 hari setelah inokulasi (HSI) yang dilakukan dengan cara Nurudin dan Sutarman (2014), (ii) indeks luka hawar daun yang

menunjukkan berat kerusakan satu unit percobaan berdasarkan gejala yang diamati pada 10 HSI dengan kriteria seperti tertera pada Tabel 1 dan dihitung dengan menggunakan rumus (1).

Kinerja Antagonistik. Kinerja antagonistik relatif oleh *Trichoderma* sp. terhadap patogen dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$KA = \left(\frac{A - B}{A} \right) \times 100\%$$

- KA = kinerja antagonistik relatif
 A = indeks luka daun yang diinokulasi hanya oleh patogen
 B = indeks luka daun yang diinokulasi oleh *Trichoderma* sp. dan patogen secara bersamaan atau salah satu mendahului yang lain dengan masa inkubasi 2 x 24 jam.

Analisis Statistik. Data pada percobaan tanpa pelukaan daun yaitu indeks luka dan pada percobaan dengan pelukaan daun yaitu luas luka daun dan indeks luka dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf uji 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Efektivitas Antagonistik Melalui Inokulasi Tanpa Pelukaan Daun. Hasil percobaan tahap ke-1 (inokulasi tanpa pelukaan daun) menunjukkan pertumbuhan indeks luka mulai 2 hingga 10 HSI (Gambar 1) yang memperlihatkan mulai adanya perbedaan pengaruh perlakuan sejak 4 HSI.

Berbagai cara inokulasi antara *Trichoderma* sp. dan *P. palmivora* pada daun bibit kakao pada percobaan tahap pengujian efektivitas antagonistik melalui inokulasi tanpa pelukaan daun menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang ditunjukkan dalam rerata indeks luka

Tabel 1. Kriteria gejala daun bibit kakao berdasarkan luka hawar yang disebabkan oleh *P. palmivora* (Nurudin & Sutarman, 2014)

Skor	Kriteria gejala
0	Tidak tampak gejala hawar daun
1	Gejala hawar daun terbentuk di permukaan daun yang diinokulasi
2	Gejala hawar daun terbentuk dengan infeksi mulai melebar melampaui luas permukaan daun yang diinokulasi
3	Gejala hawar daun terbentuk dengan infeksi berkembang mencapai setengah luas permukaan daun
4	Gejala hawar daun terbentuk dengan hampir semua permukaan

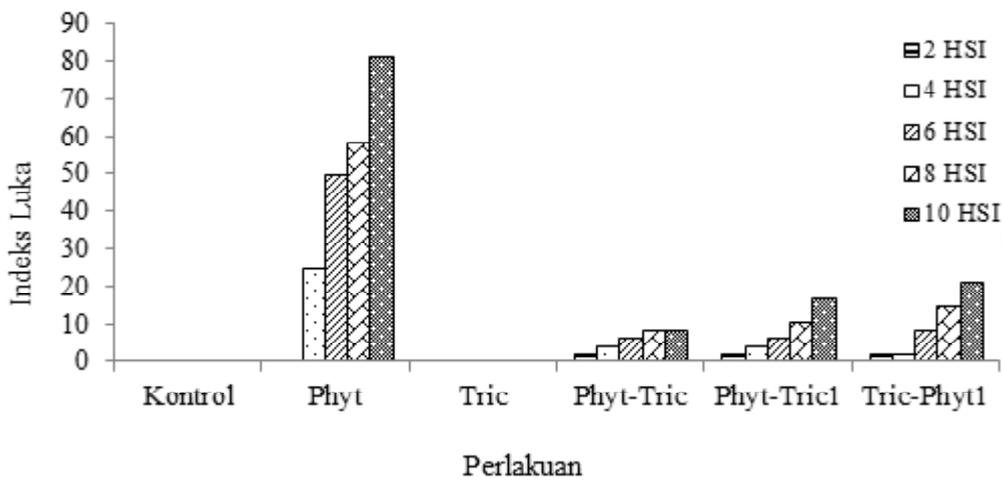
hawar daun bibit kakao mulai saat 4 hingga 10 HSI (Tabel 2).

Berbagai cara inokulasi antara *Trichoderma* sp. dan *P. palmivora* pada daun bibit pada percobaan tahap ke-2 (dengan pelukaan daun) menunjukkan adanya perbedaan pengaruh yang ditunjukkan dalam rerata luas luka (cm²) pada 4 dan 6 HSI dan indeks luka hawar daun bibit kakao pada 10 HSI (Tabel 3).

Luas luka pada perlakuan patogen dan *Trichoderma* sp. yang diinokulasi bersamaan (Phyt-Tric) menunjukkan angka tertinggi (8,51 cm²) melampaui luka daun yang hanya disebabkan oleh patogen (Phyt) yaitu 3,53 cm², namun demikian kondisi tersebut terbalik pada 6 HSI yaitu 12,68 cm² untuk perlakuan inokulasi patogen saja, dan 10,14 pada perlakuan Phyt-Tric (Tabel 3).

Pada perlakuan Phyt-Tric1 dan Tric-Phyt1 luas luka yang dihasilkan tidak melampaui perlakuan Phyt pada 4 HSI; meskipun luas luka bertambah pada 6 HSI namun tetap di bawah luas luka pada perlakuan Phyt yaitu 8,42 cm² (Phyt-Tric1) dan 2,34 cm² (Tric-Phyt1). Sementara itu luas luka daun pada perlakuan Tric mencapai 0,10 cm² pada 4 HSI dan 0,23 cm² pada 6 HSI yang secara statistik (uji BNJ 5%) tidak menunjukkan perbedaan dengan kontrol 0,14 pada 4 dan 6 HSI. Hasil pemeriksaan daun luka pada perlakuan Tric tidak ditemukan adanya infeksi *P. Palmivora* dan patogen lain.

Kinerja Antagonistik. Berdasarkan data kedua macam percobaan yaitu inokulasi tanpa dan dengan



Gambar 1. Indeks luka daun hawar daun bibit kakao yang diinokulasi patogen dan *Trichoderma* pada berbagai cara inokulasi.

Tabel 2. Pengaruh beberapa cara inokulasi antara *Trichoderma* sp. dan *P. palmivora* pada daun yang tidak dilukai terhadap indeks luka hawar daun bibit kakao

Perlakuan	Indeks luka (cm ²)			
	4 HSI	6 HSI	8 HSI	10 HSI
Kontrol	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 cd
Phyt	25,00 a	47,92 a	58,33 a	79,17 a
Tric	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 cd
Phyt-Tric	2,08 bc	4,17 bc	8,33 b	8,33 c
Phyt-Tric1	4,17 b	6,25 b	10,42 b	16,67 b
Tric-Phyt1	2,08 bc	8,33 b	12,50 b	18,75 b

HSI= hari setelah inokulasi; Kontrol = tanpa inokulasi, Phyt = diinokulasi dengan *P. palmivora*, Tric = diinokulasi dengan *Trichoderma* sp., Phyt-Tric = inokulasi patogen dan *Trichoderma* sp. secara bersamaan, Phyt-Tric 1= diinokulasi patogen, diinkubasi 2x24 jam, kemudian diinokulasi *Trichoderma* sp., Tric-Phyt1 = diinokulasi *Trichoderma* sp., diinkubasi 2x24 jam, kemudian diinokulasi patogen; Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan pengaruh perlakuan dengan uji Duncan 5 %.

pelukaan daun (Tabel 2 dan 3), maka diperoleh gambaran kinerja *Trichoderma* sp. yang ditunjukkan besarnya indeks luka yang dapat ditekan dibandingkan dengan indeks luka yang disebabkan oleh patogen (Tabel 4).

Kemampuan *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan atau menjalankan perannya sebagai antagonis diukur dengan membandingkan selisih persentase indeks luka akibat serangan patogen saja dan dengan adanya kehadiran *Trichoderma* sp. pada area infeksi terhadap persentase indeks luka akibat patogen. Pada kondisi predisposisi tanpa luka tampak inokulasi bersamaan antara patogen dan *Trichoderma* sp. menunjukkan kinerja antagonistik paling tinggi (89,5%) dibandingkan perlakuan lainnya, namun pada kondisi predisposisi dengan luka daun kinerja antagonistik *Trichoderma* sp. terkcecil (26,1%). Pada perlakuan Tric-Phyt1 kinerja antagonistik *Trichoderma* sp. mencapai angka tertinggi (80,4%) pada predisposisi daun luka dan dengan persentase terkecil (76,3%) pada daun tanpa pelukaan.

Pada kondisi daun tanpa luka, *Trichoderma* sp. pada perlakuan Tric-Phyt1 bertahan selama 2x 24 jam dan menunjukkan kemampuannya menghambat patogen seperti ditunjukkan oleh indeks luka daun 2,08 jauh lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan Phyt yaitu 25,00 pada 4 HSI (Tabel 2). Fakta ini menunjukkan kemampuan *Trichoderma* sp. survive di permukaan daun yang diduga hanya mengandalkan air yang terdeposisi dari kelembaban udara dan senyawa yang dikeluarkan oleh daun ke permukaan sebagai eksudat. Iklim mikro, yang direpresentasikan oleh kelembaban dan suhu, di dalam sebuah kanopi memainkan peran penting dalam kinerja patogen (Small *et al.*, 2015) juga bagi *Trichoderma*. Sukses bertahan hidup dan kolonisasi antagonis sangat penting bagi agen biokontrol penyakit (Saravanakumar *et al.*, 2016). Kemampuan yang tinggi dalam sintasan dan kemampuan untuk hidup pada awal kolonisasinya dipermukaan daun disebabkan oleh *Trichoderma* berkemampuan tinggi dalam kompetisi penguasaan ruang (Siddique *et al.*, 2012) dan memiliki

Tabel 3. Pengaruh beberapa cara inokulasi antara *Trichoderma* sp. dan *P. palmivora* pada daun yang dilukai terhadap luas luka dan indeks luka hawar daun bibit kakao

Perlakuan	Luas luka (cm ²)		
	4 HSI	6 HSI	10 HSI
Kontrol	0,14 d	0,14 e	0,00 e
Phyt	3,53 b	12,68 a	82,14 a
Tric	0,10 d	0,23 e	3,57 e
Phyt-Tric	8,51 a	10,14 b	60,71 b
Phyt-Tric1	1,90 c	8,42 c	35,71 c
Tric-Phyt1	0,29 d	2,34 d	16,07 d

HSI= hari setelah inokulasi; Kontrol = tanpa inokulasi, Phyt = diinokulasi dengan *P. palmivora*, Tric = diinokulasi dengan *Trichoderma* sp., Phyt-Tric = inokulasi patogen dan *Trichoderma* sp. secara bersamaan, Phyt-Tric 1= diinokulasi patogen, diinkubasi 2x24 jam, kemudian diinokulasi *Trichoderma* sp., Tric-Phyt1 = diinokulasi *Trichoderma* sp., diinkubasi 2x24 jam, kemudian diinokulasi patogen; Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan pengaruh perlakuan dengan uji Duncan 5 %.

Tabel 4. Kinerja antagonistik relatif *Trichoderma* sp. terhadap *P. palmivora* pada 10 HSI

Cara inokulasi	Tanpa pelukaan		Dengan pelukaan	
	Indeks luka	Kinerja antagonistik	Indeks luka	Kinerja antagonistik
Patogen (Phyt)	79,17	-	82,14	-
<i>Trichoderma</i> sp. dan patogen bersamaan (Phyt-Tric)	8,33	89,5%	60,71	26,1%
Patogen yang diikuti <i>Trichoderma</i> sp. (Phyt-Tric1)	16,67	78,9%	35,71	56,5%
<i>Trichoderma</i> sp. yang diikuti patogen (Tric-Phyt1)	18,75	76,3%	16,07	80,4%

laju metabolisme yang cepat (Verma *et al.*, 2007). Pencapaian indeks luka pada 10 HSI sebesar 79,17 pada perlakuan Phyt dan 18,75 pada Trich-Phyt1 menunjukkan *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan mengendalikan patogen yang tinggi yang disebabkan oleh kemampuan jamur ini menghasilkan enzim selulase, kitinase dan glukonase (Vinale *et al.*, 2008), antibiotik (Al-Taweil *et al.*, 2009), serta toksin seperti diterpenoid *harziane* (Zhang *et al.*, 2016).

Kinerja *Trichoderma* sp. yang diinokulasi bersamaan dengan patogen relatif tinggi pada percobaan tanpa pelukaan daun menunjukkan kinerja antagonistik paling tinggi (89,5 %) (Tabel 4); hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nurudin dan Sutarmam (2014) yang secara *invitro* mampu menghambat patogen. Sebaliknya pada percobaan dengan pelukaan daun, kinerja penekanan relatif kecil (26,1%) yang menunjukkan bahwa pelukaan mempercepat proses infeksi patogen dan menurunkan kemampuan *Trichoderma* sp. untuk menghambat kinerja penekanan terhadap patogen. Di lain pihak kinerja antagonistik relatif *Trichoderma* sp. pada daun yang dilukai menunjukkan nilai yang tinggi (80,4 %). Hal ini diduga tersedianya bahan organik yang berasal dari jaringan yang mati (karena pelukaan) bagi kemantapan predisposisi dan sintasan *Trichoderma* sp. menjelang kehadiran patogen, sehingga jamur antagonis ini lebih siap berkompetisi dalam memanfaatkan ruang/*niche* dibandingkan dengan patogen. *Trichoderma* adalah pengkoloni yang baik pada sisa tanaman (Matarese *et al.*, 2012). Biomassa pada jaringan yang luka kaya karbohidrat yang merupakan habitat bagi perkecambahan konidiospora *Trichoderma* (Metz *et al.*, 2011).

Pada perlakuan Phyt-Tric, indeks luka yang disebabkan patogen menunjukkan luas luka sebesar 8,51 cm² lebih besar dibandingkan dengan luas luka karena diinokulasi hanya dengan patogen yaitu 3,53 cm² pada 4 HSI, meskipun secara bersamaan diinokulasi oleh *Trichoderma* sp. Hal ini menunjukkan bahwa di samping predisposisi pada permukaan daun yang sudah dilukai yang mendukung terjadinya infeksi oleh patogen, sebagai jamur *hemibiotrof* patogen ini memperoleh nutrisinya dari sel inang hidup dengan cara membentuk haustoria melalui percabangan hifa dan pensекреasian enzim yang merombak komponen penyusun dinding sel (Hajianfar *et al.*, 2016) yang dalam percobaan ini adalah lapisan sel di bawah luka buatan. Efisiensi deposisi sporangia jamur patogen ini pada jaringan sangat mempengaruhi tingkat infeksi penyakit busuk daun (Aylor *et al.*, 2011), meskipun patogen ini mampu bertahan pada kondisi

kering tanpa inang (Brylinska *et al.*, 2016). Di lain pihak *Trichoderma* membutuhkan waktu untuk mampu mengoptimalkan peran senyawa ekstraselular yang dapat menekan patogen. Valenzuela *et al.* (2015) menyampaikan hasil penelitiannya bahwa *T. longibrachiatum* memiliki tingkat pertumbuhan cepat, tetapi ketika kontak dengan patogen pertumbuhannya melambat. Namun demikian pada 6 HSI luas luka daun karena inokulasi patogen dan *Trichoderma* sp. secara bersamaan mencapai 10,14 cm² lebih rendah dibandingkan pada perlakuan inokulasi patogen saja yaitu 12,68 cm². Hal ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. setelah 4 HSI sudah mulai menekan patogen. Hasil dengan kecenderungan yang sama diperlihatkan oleh jamur endofit *T. hamatum* yang diuji secara *in vivo* pada tajuk gandum mampu mengendalikan *Pyrenophora tritici-repentis* (Larran *et al.*, 2016). Berdasarkan fakta di atas tampaknya *Trichoderma* sp. isolat TcN-Klp, seperti dikemukakan Harman *et al.* (2012) dapat bersifat sebagai endofit pada tanaman kakao di jaringan daun dan berpotensi untuk menghambat aktivitas patogen.

SIMPULAN

Trichoderma sp. isolat TcN-Klp mampu menekan patogen dengan cara inokulasi: bersamaan dengan inokulasi patogen mampu menekan indeks luka 89,5% dan 26,1 %, setelah 2 hari inkubasi pasca inokulasi patogen mampu menekan indeks luka 78,3% dan 56,5%, dan mendahului inokulasi patogen dengan masa inkubasi 2 hari mampu menekan indeks luka 76,3% dan 80,4% masing-masing tanpa pelukaan dan dengan pelukaan daun pada 10 hari setelah inokulasi.

SANWACANA

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kementerian Ristekdikti (dulu Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan) Republik Indonesia atas dukungan pendanaan penelitian ini yang merupakan bagian dan pengembangan penelitian berskema hibah Fundamental 2015.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Taweil HI, Osman MB, Hamid AA, & Wan-Yussof WM. 2009. Optimizing of *Trichoderma viride* cultivation in submerged state fermentation. *Am. J. Appl. Sci.* 6(7): 1284–1288.

- Aylor DE, Schmale DG, Shields EJ, Newcomb M, & Nappo CJ. 2011. Tracking the potato late blight pathogen in the atmosphere using unmanned aerial vehicles and Lagrangian modeling. *Agricultural and Forest Meteorology* 151(2): 251–260.
- Brylinska M, Sobkowiak S, Stefanczyk E, & Sliwka J. 2016. Potato cultivation system affects population structure of *Phytophthora infestans*. *Fungal Ecol.* 20: 132-143.
- Bal U & Altintas S. 2008. Effects of *Trichoderma harzianum* on lettuce in protected cultivation. *J. Cent. Eur. Agric.* 9(1): 63-70.
- Chen W, Djama ZR, Coffey MD, Martin FN, Bilodeau GJ, Radmer L, Denton G, & Lévesque CA. 2013. Membrane-based oligonucleotide array developed from multiple markers for the detection of many *Phytophthora* species. *Phytopathology* 103 (1): 43-54.
- Davidson JM, Patterson HA, Wickland AC, Fichtner EJ, & Rizzo DM. 2011. Forest type influences transmission of *Phytophthora ramorum* in California oak woodlands. *Phytopathology* 101 (4): 492-501.
- Hajianfar R, Kolics B, Cernak I, Wolf I, Polgar Z, & Taller J. 2016. Expression of biotic stress response genes to *Phytophthora infestans* inoculation in White Lady, a potato cultivar with race-specific resistance to late blight. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 93: 22-28.
- Harman GE, Herrera-Estrella AH, Horwitz BA, & Lorito M. 2012. Special issue: *Trichoderma* – from basic biology to biotechnology. *Microbiol.* 158: 1–2.
- Kroon LP, Brouwer H, de Cock AW, & Govers F. 2012. The genus *Phytophthora* anno 2012. *Phytopathology* 102(4): 348-364.
- Larran S, Simón MR, Moreno MV, Siurana MPS, & Perelló A. 2016. Endophytes from wheat as biocontrol agents against tan spot disease. *Biol. Control* 92: 17–23.
- Matarese F, Sarrocco S, Gruber S, Seidl-Seiboth V, & Vannacci G. 2012. Biocontrol of *Fusarium* head blight: interactions between *Trichoderma* and mycotoxigenic *Fusarium*. *Microbiology.* 158: 98–106.
- Metz B, Seidl-Seiboth V, Haarmann T, Kopchinskiy A, Lorenz P, Seiboth B, & Kubicek CP. 2011. Expression of biomass-degrading enzymes is a major event during conidium development in *Trichoderma reesei*. *Eukaryot. Cell* 10(11): 1527-1535.
- Mukherjee PK, Horwitz BA, Herrera-Estrella A, Schmoll M, & Kenerley CM. 2013. *Trichoderma* research in the genome era. *Annu. Rev. Phytopathol.* 51: 105-129.
- Nurudin MJ & Sutarman. 2014. Potensi *Trichoderma* sp. sebagai pengendali *Phytophthora palmivora* penyebab hawar daun bibit kakao. *J. Nabatia* 11 (1): 21-28.
- Omann MR, Lehner S, Rodri'guez CE, Brunner K, & Zeilinger S. 2012. The seven-transmembrane receptor Gpr1 governs processes relevant for the antagonistic interaction of *Trichoderma atroviride* with its host. *Microbiology.* 158(pt1): 107–118.
- Quesada-Ocampo LM, Granke LL, Mercier MR, Olsen J, & Hausbeck MK. 2011. Investigating the genetic structure of *Phytophthora capsici* populations. *Phytopathology* 101 (9): 1061-1073.
- Saravanakumar K, Yu C, Dou K, Wang M, Li Y, & Chen J. 2016. Synergistic effect of *Trichoderma*-derived antifungal metabolites and cell wall degrading enzymes on enhanced biocontrol of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Biol. Control* 94: 37–46.
- Siddiquee S, Cheong BE, Taslima K, Kausar H, & Hasan MM. 2012. Separation and identification of volatile compounds from liquid cultures of *Trichoderma harzianum* by GC-MS using three different capillary columns. *Journal of Chromatographic Science* 50(4): 358–367.
- Sikora K, Verstappen E, Mendes O, Schoen C, Ristaino J, & Bonants P. 2012. A universal microarray detection method for identification of multiple *Phytophthora* spp. using padlock probes. *Phytopathology* 102 (6): 635-645.
- Small IM, Joseph L, & Fry WE. 2015. Development and implementation of the BlightPro decision support system for potato and tomato late blight management. *Comput. Electronics Agric.* 115: 57–65.

- Valenzuela NL, Angel DN, Ortiz DT, Rosas RA, García CFO, & Santos MO. 2015. Biological control of anthracnose by postharvest application of *Trichoderma* spp. on maradol papaya fruit. *Biol. Control* 91: 88–93.
- Vargas Gil S, Pastorb S, & March GJ. 2009. Quantitative isolation of biocontrol agents *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp. and *actinomycetes* from soil with culture media. *Microbiol. Res.* 164(2): 196–205.
- Verma M, Brar SK, Tyagi RD, Surampalli RY, & Valero JR. 2007. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: panoply of biological control. *Biochemistry Engineering J.* 37(1): 1-20.
- Vinale F, Sivasithamparam K, Ghisalberti EL, Marra R, Barbetti MJ, Li H, Woo SL, & Lorito M. 2008. A novel role for *Trichoderma* secondary metabolites in the interactions with plants. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 72: 80–86.
- You J, Zhang J, Wu M, Yang L, Chen W, & Li G. 2016. Multiple criteria-based screening of *Trichoderma* isolates for biological control of *Botrytis cinerea* on tomato. *Biological Control* 101: 31–38.
- Zhang M, Liu JM, Zhao JL, Li N, Chen RD, Xie KB, Zhang WJ, Feng KP, Yan Z, Wang N, & Dai JG. 2016. Two new diterpenoids from the endophytic fungus *Trichoderma* sp. Xy24 isolated from mangrove plant *Xylocarpus granatum*. *Chinese Chemical Letters* 27(6): 957–960.