

Jurnal
**TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR**
Journal of Industrial and Beverage Crops
Volume 4, Nomor 2, Juli 2017

**POTENSI METABOLIT SEKUNDER *Trichoderma* spp. UNTUK MENGENDALIKAN
PENYAKIT VASCULAR STREAK DIEBACK (VSD) PADA BIBIT KAKAO**

**POTENTIAL OF *Trichoderma* spp. SECONDARY METABOLITE IN CONTROLLING VASCULAR
STREAK DIEBACK (VSD) ON CACAO SEEDLINGS**

* Rita Harni¹⁾, Widi Amaria¹⁾, Syafaruddin¹⁾, dan Anis Herliyati Mahsunah²⁾

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar¹⁾

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

Balai Bioteknologi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi²⁾

Kawasan PUSPITEK Serpong Gedung 630, Tangerang Selatan 15314 Indonesia

* rita_harni@yahoo.co.id

(Tanggal diterima: 22 April 2017, direvisi: 10 Juni 2017, disetujui terbit: 24 Juni 2017)

ABSTRAK

Trichoderma spp. merupakan jamur bermanfaat yang dapat menghasilkan molekul bioaktif (metabolit sekunder) dengan kandungan antibiotik, enzim, hormon, dan toksin yang berperan penting dalam biokontrol penyakit tanaman. Tujuan penelitian adalah mengetahui potensi metabolit sekunder *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan penyakit *vascular streak dieback* (VSD) pada bibit kakao. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), dan kebun petani di Desa Balubus, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat, mulai bulan April sampai Agustus 2016. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 7 perlakuan dan 5 ulangan, masing-masing perlakuan menggunakan 5 tanaman. Perlakuannya adalah metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *T. virens* LP1, *T. hamatum* LP2, *T. amazonicum* LP3, *T. atroviride* JB2, dan *T. viride* PRD, kontrol (tanpa perlakuan metabolit sekunder), dan fungisida kimia sebagai pembanding. Bibit kakao berumur 3 bulan diperlakukan dengan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. dengan cara menyemprotkan suspensi metabolit ke seluruh permukaan daun. Aplikasi metabolit sekunder dilakukan setiap minggu sebanyak 6 kali. Inokulasi *Ceratobacidium theobromae* dilakukan secara alami dengan cara meletakkan bibit di bawah pohon kakao yang terserang VSD. Pengamatan dilakukan terhadap masa inkubasi dan intensitas serangan VSD serta pertumbuhan bibit kakao. Hasil penelitian menunjukkan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. berpotensi untuk mengendalikan penyakit VSD pada bibit kakao. Metabolit sekunder yang paling potensial untuk mengendalikan VSD adalah *T. amazonicum* LP3 dan *T. virens* LP1 dengan penekanan intensitas serangan masing-masing sebesar 81,8% dan 63,2% atau lebih besar dan setara dengan fungisida kimia komersial (63,6%) serta dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang bibit kakao.

Kata kunci: Kakao, metabolit sekunder, *Trichoderma* spp., *vascular streak dieback*

ABSTRACT

Trichoderma spp. is a beneficial microbe that produces bioactive molecules (secondary metabolites) containing antibiotics, enzymes, hormones, as well as toxins, which play an important role in plant diseases biocontrol. The research aimed to determine the potential of secondary metabolite *Trichoderma* spp. to control *vascular streak dieback* disease in cacao seedlings. The research was conducted in Plant Protection Laboratory of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute (IIBCRI) and farmers' garden in Balubus village, Lima Puluh Kota, West Sumatera, from April to August 2016. The research used a complete randomized design of 7 treatments using 5 replications, each treatment with 5 plants. The

treatment was a secondary metabolite of *T. virens* LP1, *T. hamatum* LP2, *T. amazonicum* LP3, *T. atroviride* JB2, and *T. viride* PRD, control (no secondary metabolite), and chemical fungicide as comparison. The 3 months old cacao seedlings were treated with secondary metabolite of *Trichoderma* spp. by spraying the metabolite suspension throughout the leaf surface. The secondary metabolite applied once a week for 6 times. *C. theobromae* inoculation was conducted naturally by placing cacao seedlings under a cacao tree infected with VSD. Observations were incubation period, VSD intensity, and growth of cacao seedlings. The results showed that secondary metabolites potentially utilized for controlling VSD in cacao seedlings. The most potential secondary metabolites are *T. amazonicum* LP3 and *T. virens* LP1 with respective disease suppression up to 81.8% and 63.2% or higher than and equivalent chemical fungicide (63.6%), and can increase plants height, number of leaves, and girth diameter.

Keywords: Cacao, secondary metabolites, *Trichoderma* spp., vascular streak dieback

PENDAHULUAN

Penyakit *vascular streak dieback* (VSD) merupakan penyakit utama pada tanaman kakao. Kerugian akibat penyakit VSD di seluruh dunia mencapai 30.000 ton per tahun, setara dengan US\$28.000.000 (World Cocoa Foundation, 2008). Di Indonesia, kerugian akibat penyakit ini belum diketahui secara pasti, tetapi jumlahnya diperkirakan cukup besar. Menurut Harni (2013; 2014), serta Harni & Baharuddin (2014), penyakit VSD lebih berbahaya dibandingkan dengan penyakit lain, seperti busuk buah kakao, karena tanaman yang terserang akan menjadi lemah, produktivitasnya menurun, bahkan mati secara perlahan-lahan.

VSD yang disebabkan oleh *Ceratobasidium theobromae* (Samuels *et al.*, 2012) merupakan penyakit pembuluh kayu. Di Indonesia, penyakit ini pertama kali ditemukan di Pulau Sebatik (Kalimantan Timur) pada tahun 1982, kemudian berkembang ke daerah-daerah sentra produksi dan saat ini telah tersebar hampir di seluruh daerah pertanaman kakao dengan tingkat serangan yang cukup tinggi (Harni, 2014). Penetrasi *C. theobromae* (*Basidiomycetes*) melalui daun muda kemudian masuk ke dalam jaringan pembuluh kayu (*xylem*). Dalam waktu 6 sampai 16 minggu (tergantung pada umur dan varietas tanaman kakao), gejala akan muncul pada daun ke-2 dan ke-3 dari pucuk. *C. theobromae* tumbuh baik pada suhu 26°C dengan kelembapan di atas 95% (Guest & Keane, 2007; Harni, 2013; Harni & Baharuddin, 2014).

Pengendalian *C. theobromae* yang dilakukan petani adalah menggunakan fungisida kimia, tetapi belum memberikan hasil yang memuaskan karena patogen penyebab VSD berada dalam jaringan pembuluh sehingga sulit terjangkau oleh fungisida, kecuali yang bersifat sistemik. Di samping itu, penggunaan fungisida kimia secara terus menerus dapat memberikan efek negatif terhadap lingkungan dan kesehatan. Diperlukan alternatif pengendalian yang lebih efektif dan ramah lingkungan, salah satunya pemanfaatan metabolit sekunder *Trichoderma* spp.

Penggunaan metabolit sekunder dari *Trichoderma* spp. berpeluang besar untuk digunakan dalam mengendalikan penyakit ini. Menurut Soetanto (2008) dan Vinale *et al.* (2014a), metabolit sekunder dapat menjadi elisitor yang berfungsi dalam ketahanan tanaman terhadap serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Di samping itu, metabolit sekunder mengandung senyawa lengkap seperti antibiotik, enzim, hormon, dan toksin yang dapat terangkut oleh air dan hara sehingga dapat mencapai jaringan pembuluh.

Metabolit sekunder adalah senyawa alami dengan berat molekul rendah (<3 kDa), yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan tumbuhan yang disintesis dari metabolit primer (Vinale *et al.*, 2014a). Salah satu mikroorganisme yang metabolitnya banyak diteliti untuk mengendalikan penyakit tanaman adalah *Trichoderma* spp. Metabolit sekunder *Trichoderma* spp. dapat berupa senyawa antibiotik, enzim, toksin, dan hormon. Senyawa antibiotik yang dihasilkan *Trichoderma* spp. di antaranya adalah *viridins*, *kiniginins*, *cytosperone*, *trichodermol*, *manitol*, dan *2-hidroksimalonate acid* (Vinale *et al.*, 2014b). Enzim yang terdapat di dalam metabolit sekunder *Trichoderma* spp. di antaranya adalah protease, selulase, selobiase, kitinase, dan 1,3- β -glukanase (Soetanto, 2008; Dubey, Tripathi, Dureja, & Grover, 2011), yang berperan penting di dalam pengendalian penyakit tanaman.

Tarus, Lang'at-Thoruwa, Wanyonyi, & Chhabra (2003) melaporkan metabolit *T. harzianum* dan *T. longibrachiatum*, yaitu *2-phenylethanol*, *tyrosol*, *6-n-pentyl-a-pyrone*, *sorbicillin*, dan *ergosterol* dapat digunakan untuk mengendalikan *Armillariella mellea* pada teh. Selanjutnya, Jantarach, & Thanaboripat (2010) menggunakan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan *Aspergillus flavus* pada kacang tanah. Mukherjee, Horwitz, & Kenerley (2012) dan Vinale *et al.* (2014b) melaporkan bahwa metabolit sekunder dari *T. viride*, *T. atroviride*, *T. harzianum*, dan *T. koningii*, yaitu *6-pentyl- α pyrone*, telah dimanfaatkan untuk mengendalikan penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur. Vinale *et al.* (2014a) juga melaporkan bahwa kultur filtrat dari *T. harzianum* menghasilkan metabolit sekunder *isoharzianic acid* (iso-

HA) yang dapat menghambat pertumbuhan dari hifa *Sclerotinia sclerotiorum* dan *Rhizoctonia solani*, serta menginduksi ketahanan tanaman tomat.

Penelitian bertujuan mengetahui potensi metabolit sekunder *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan penyakit VSD pada bibit kakao.

BAHAN DAN METODE

Penelitian terdiri dari kegiatan laboratorium dan semi lapangan, mulai bulan April sampai Agustus 2016. Kegiatan laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi. Kegiatan semi lapangan dilakukan di kebun petani kakao di daerah Balubus, Kecamatan Nagari Sungai Talang, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat dengan ketinggian tempat 490 m di atas permukaan laut (dpl), tipe iklim B (Scmidth & Ferguson), koordinat 0,0° 11' 186" LS - 100° 33' 416" BT.

Regenerasi *Trichoderma* spp.

Lima jenis *Trichoderma* spp. yang digunakan dalam penelitian ini adalah *T. virens* LP1, *T. hamatum* LP2, *T. amazonicum* LP3, *T. atroviride* JB2, dan *T. viride* PRD, koleksi Balittri yang sudah diketahui keefektifannya terhadap patogen tanaman (Amaria, Taufiq, & Harni, 2013) (Tabel 1). Semua isolat *Trichoderma* spp. diremajakan pada media *potato dextrose agar* (PDA; 28°C; 5–7 hari).

Perbanyakkan *Trichoderma* spp.

Perbanyakkan sel *Trichoderma* spp. dilakukan pada media fermentatif berbentuk cairan terdiri atas glukosa, kentang, Na₂HPO₄, NaH₂PO₄, urea, KCl, MgSO₄, Thiamin HCl, MnSO₄, ZnSO₄, FeSO₄, Air RO (pH 6,8–7,0). Selanjutnya, media sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml dan disterilisasi dengan autoklaf (121°C; 15 menit). Sepotong agar yang mengandung *Trichoderma* spp. (± berdiameter 8 mm) kemudian dimasukkan ke dalam

erlenmeyer 500 ml yang telah berisi medium fermentatif. Biakan diinkubasi selama 7 hari menggunakan *orbital shaker* (25°C–28°C; 150 rpm).

Ekstraksi Metabolit *Trichoderma* spp.

Ekstraksi metabolit dilakukan dengan cara memisahkan *broth* fermentasi *Trichoderma* spp. menggunakan *centrifuge* (4000 rpm; 15 menit). Selanjutnya, supernatan disaring menggunakan kertas saring dan dipasteurisasi dalam penangas air (60°C; 30 menit). Pasteurisasi dilakukan untuk mematikan sel jamur yang terbawa dalam metabolit tetapi tidak merusak senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya.

Uji Metabolit Sekunder *Trichoderma* spp. pada Bibit Kakao

Penelitian merupakan percobaan semi lapang yang dilakukan di Desa Balubus, Kecamatan Guguk, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. Perlakuannya adalah metabolit sekunder dari 5 jenis *Trichoderma* spp. (Tabel 1). Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 7 perlakuan dan 5 ulangan, masing-masing ulangan terdiri dari 5 tanaman. Perlakuannya adalah metabolit sekunder *T. virens* LP1, *T. hamatum* LP2, *T. amazonicum* LP3, *T. atroviride* JB2, dan *T. viride* PRD, kontrol (tanpa perlakuan metabolit sekunder), dan fungisida kimia mankozeb (dosis anjuran) sebagai pembanding.

Bibit tanaman kakao varietas BL 50 ditanam dalam polybag berisi 3 kg tanah dan pupuk kandang yang ditempatkan di rumah kaca plastik. Setelah 3 bulan, bibit diperlakukan dengan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. yang diaplikasikan dengan cara menyemprotkan 25 ml suspensi metabolit sekunder ke seluruh permukaan daun menggunakan *hand sprayer*. Aplikasi dilakukan setiap minggu selama 6 kali. Setelah aplikasi metabolit sekunder, bibit kakao diletakkan di bawah pohon kakao yang terserang VSD (Gambar 1) untuk inokulasi tanaman secara alami. Pada setiap polybag juga diletakkan ranting kakao yang terserang VSD untuk menambah keberhasilan inokulasi.

Tabel 1. Karakteristik dari isolat jamur *Trichoderma* spp.
Table 1. Characteristics of *Trichoderma* spp. isolates

Isolat	Nomor koleksi	Asal isolat	Lokasi
<i>Trichoderma virens</i>	LP1	Rizosfir	Lampung
<i>Trichoderma hamatum</i>	LP2	Rizosfir	Lampung
<i>Trichoderma amazonicum</i>	LP3	Rizosfir	Lampung
<i>Trichoderma atroviridis</i>	JB2	Akar	Jawa Barat
<i>Trichoderma viridae</i>	PRD	Rizosfir	Introduksi



Foto: Rita Harni

Gambar 1. Tata letak bibit di bawah pohon kakao yang terserang VSD

Figure 1. Placement of seedlings under cacao trees infected with VSD

Tabel 2. Skor gejala VSD pada tanaman kakao
 Table 2. The scores of VSD symptoms in cacao plant

Skor	Kategori serangan	Gejala
0	Sehat	0% terinfeksi
1	Ringan	1%–10% daun terinfeksi
2	Sedang	11%–50% daun terinfeksi, klorosis, nekrosis, daun gugur, sudah ada pembengkakan lentisel
3	Agak berat	51%–75% daun terinfeksi, klorosis, nekrosis, daun gugur, lentisel membengkak, terdapat badan buah
4	Berat	>75% daun terinfeksi, klorosis, nekrosis, daun gugur, lentisel membengkak, terdapat badan buah, dan ranting ada yang mati

Sumber: Susilo & Anita-Sari (2011) dimodifikasi
 Source: Susilo & Anita-Sari (2011) modified

Pemeliharaan tanaman dilakukan sesuai standar operasional prosedur (SOP) pemeliharaan bibit kakao, seperti penyiraman bibit setiap hari, pembuangan gulma, dan pengendalian hama jika terserang. Pengamatan dilakukan terhadap serangan VSD (masa inkubasi, gejala, dan intensitas serangan), pertumbuhan bibit (tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang), serta keadaan iklim di lokasi penelitian. Intensitas serangan dihitung berdasarkan skoring gejala yang digunakan oleh Susilo & Sari (2011) yang dimodifikasi seperti tertera dalam Tabel 2. Intensitas serangan penyakit dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{\sum (ni \times vi)}{(Z \times N)} \times 100\%$$

Keterangan :

I = intensitas serangan

ni = jumlah tanaman yang terserang

vi = nilai skala dari setiap kategori serangan

Z = nilai skala tertinggi

N = jumlah tanaman yang diamati

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis ragam, dan apabila hasilnya berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5%. Data iklim diperoleh dari Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura dan Perkebunan, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Serangan

Hasil pengamatan terhadap gejala serangan VSD pada bibit kakao adalah daun mengalami klorotik, yaitu daun berwarna kuning dengan bercak kehijauan. Gejala pertama kali terlihat pada perlakuan kontrol (tanpa metabolit sekunder *Trichoderma* spp.), yaitu 32 hari setelah bibit kakao diletakkan di bawah pohon kakao yang terinfeksi VSD. Gejala lebih lanjut ditemukan nekrotik pada pinggir daun (Gambar 2). Gejala yang ditemukan hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Guest & Keane (2007) dan Samuels *et al.* (2011) bahwa *C. theobromae* menginfeksi tanaman kakao melalui daun muda. Spora yang jatuh pada daun muda kemudian berkecambah dan melakukan penetrasi melalui epidermis, mesofil, hingga ke dalam tulang daun. Jamur kemudian berada dalam berkas pembuluh kayu (*xylem*), tumbuh dan berkembang di dalamnya sehingga menyebabkan klorotik pada daun. Apabila daun yang mengalami nekrotik dipotong maka akan terlihat tiga titik noktah berwarna coklat kehitam-hitaman pada pangkal daun. Pada cabang atau ranting apabila dibelah secara melintang akan ditemukan garis kecokelatan pada jaringan *xylem*, akibat matinya jaringan pembuluh. Lentisel pada pohon terinfeksi biasanya membesar, menyebabkan kulit batang menjadi kasar. Kadang-kadang tumbuh tunas yang banyak tetapi tidak berkembang (Rita Harni & Baharuddin, 2014). Gejala yang sama ditemukan pada bibit kakao, baik pada perlakuan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. maupun pada perlakuan kontrol.

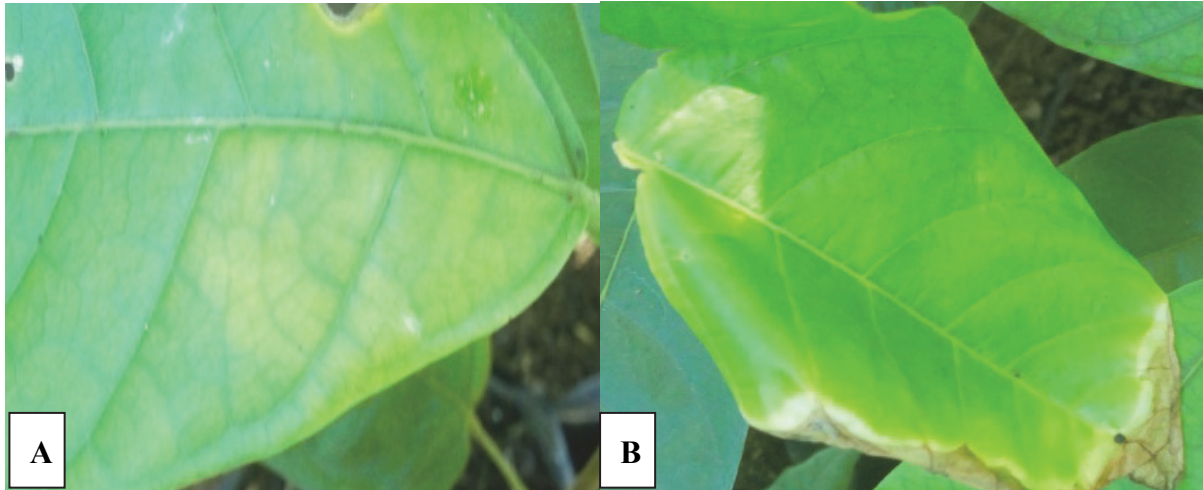


Foto: Rita Harni

Gambar 2. Gejala serangan *C. theobromae* pada bibit kakao: (A) klorotik, (B) nekrotik pada pinggir daun
Figure 2. Symptoms of *C. theobromae* attack in cacao seedlings: (A) chlorotic, (B) necrotic on the leaf margin

Tabel 3. Pengaruh metabolit sekunder *Trichoderma* spp. terhadap masa inkubasi dan intensitas serangan penyakit VSD pada bibit kakao 4 bulan setelah aplikasi

Table 3. Effect of secondary metabolites *Trichoderma* spp. on the incubation period and disease severity of VSD in cacao seedlings 4 months after application

Metabolit sekunder	Masa inkubasi (hari)	Intensitas serangan (%)	Penekanan serangan (%)
<i>T. virens</i> LP1	53,00 ab	10,30 bc	63,20
<i>T. hamatum</i> LP2	48,00 b	14,60 b	47,90
<i>T. amazonicum</i> LP3	62,00 a	5,10 c	81,80
<i>T. atroviride</i> JB2	52,00 ab	13,50 b	51,80
<i>T. viride</i> PRD	48,00 b	14,70 b	47,50
Fungisida kimia	54,00 ab	10,20 bc	63,60
Kontrol (tanpa perlakuan)	32,00 c	28,00 a	-

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%

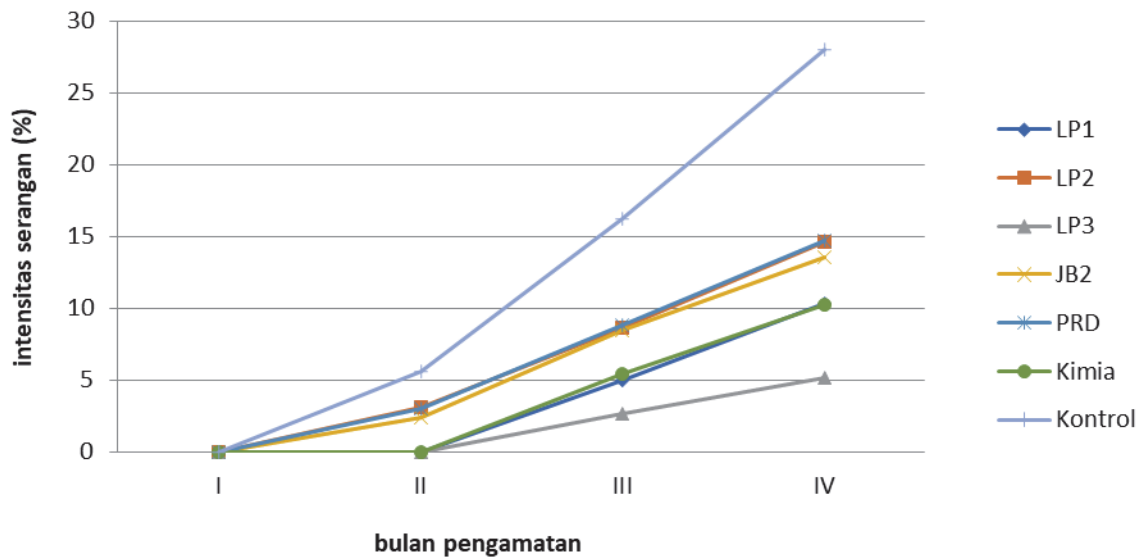
Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey's test at 5% levels

Masa Inkubasi dan Perkembangan Penyakit

Perlakuan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. dapat memperlambat waktu kemunculan gejala pertama (masa inkubasi) dari penyakit VSD pada bibit kakao dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Masa inkubasi tercepat adalah pada perlakuan kontrol, yaitu 32 hari setelah aplikasi, sedangkan pada perlakuan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. 48–62 hari setelah aplikasi. Waktu inkubasi terlama ditemukan pada perlakuan metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3, yaitu 62 hari. Meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan *T. virens* LP1, *T. atroviride* JB2, dan fungisida kimia, tetapi berbeda nyata dengan *T. hamatum* LP2 dan *T. viride* PRD. Terjadinya hal tersebut diduga karena metabolit sekunder yang dihasilkan *Trichoderma* spp. bersifat antijamur yang dapat membunuh dan atau menghambat

spora berkecambah sehingga proses penetrasi epidermis daun menjadi lama.

Menurut Ekowati, Sucianto, Muljowati, & Dewi (2009), mekanisme metabolit sekunder dalam menghambat perkembangan patogen adalah melalui denaturasi protein, baik struktural maupun fungsional pada sel patogen. Senyawa aktif pada metabolit sekunder mampu memecah ikatan disulfida yang menghubungkan antar polipeptida protein dinding sel dan membran sel. Denaturasi protein struktural pada dinding sel akan menyebabkan sel menjadi lebih rentan karena perlindungan sel menjadi lebih lemah, sedangkan pada membran sel patogen akan menyebabkan kehilangan sifat permeabilitas sehingga tidak dapat menyeleksi zat-zat yang keluar masuk sel. Keadaan ini menyebabkan senyawa metabolit sekunder dapat masuk ke dalam sel sehingga menyebabkan sel menjadi lisis dan mati.



Gambar 3. Pengaruh metabolit sekunder *Trichoderma* spp. terhadap perkembangan penyakit VSD pada bibit kakao 4 bulan setelah aplikasi. LP1 = *T. virens*, LP2 = *T. hamatum*, LP3 = *T. amazonicum*, JB2 = *T. atroviride*, PRD = *T. viride*

Figure 3. Effect of secondary metabolite of *Trichoderma* spp. on VSD disease progression in cacao seedlings 4 months after application. LP1 = *T. virens*, LP2 = *T. hamatum*, LP3 = *T. amazonicum*, JB2 = *T. atroviride*, PRD = *T. viride*

Perkembangan penyakit VSD pada daun kakao yang diperlakukan dengan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. dapat menekan laju infeksi *C. theobromae* pada bibit kakao dibandingkan dengan kontrol. Pada pengamatan bulan pertama gejala belum terlihat pada semua perlakuan. Gejala baru muncul pada bulan ke-2 dan ke-3. Memasuki bulan ke-4 terjadi peningkatan laju infeksi penyakit pada semua perlakuan. Peningkatan tertinggi pada perlakuan kontrol, diikuti oleh perlakuan metabolit sekunder *T. viride* PRD, *T. hamatum* LP2, *T. atroviride* JB2, *T. virens* LP1, fungisida kimia, dan terendah pada perlakuan metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3 (Gambar 3). Walaupun terjadi peningkatan laju infeksi penyakit VSD, tetapi pada perlakuan metabolit *Trichoderma* spp. peningkatan lebih rendah daripada kontrol, terutama pada perlakuan metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3, laju peningkatannya lebih rendah dari fungisida kimia.

Terjadinya peningkatan laju infeksi, karena kondisi lingkungan sangat mendukung untuk terjadinya infeksi *C. theobromae*. Kondisi lingkungan pada lokasi penelitian adalah suhu berkisar 22°C–27°C, kelembapan 93%–97% dan curah hujan 1.702–2.623 mm per tahun. Menurut Dennis & Holderness (1992) sporulasi *C. theobromae* terjadi pada malam hari pada kondisi lembap, hifa atau miselium akan muncul pada berkas duduk daun yang telah gugur. *C. theobromae* akan bersporulasi jika suhu pada malam hari dibawah 26°C dengan kelembapan di atas 95% dan kondisi basah selama 6 jam. Penyakit VSD paling umum ditemukan

di daerah basah dengan curah hujan tahunan 2.500 mm (Guest & Keane, 2007).

Intensitas Serangan *C. theobromae*

Hasil pengamatan terhadap intensitas penyakit pada 4 bulan setelah aplikasi, perlakuan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. terbukti dapat menekan intensitas penyakit dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Intensitas penyakit pada perlakuan kontrol adalah 28,0%, nyata lebih tinggi daripada perlakuan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. dan fungisida kimia. Intensitas serangan perlakuan metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3 merupakan yang terendah (5,1%) dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya, kecuali dengan metabolit sekunder *T. virens* LP1 dan fungisida kimia (10,2% dan 10,3%). Penekanan intensitas serangan tertinggi pada perlakuan metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3 (81,8%), jauh lebih tinggi daripada fungisida kimia (63,6%) dan metabolit sekunder *T. virens* LP1 (63,2%), serta metabolit sekunder *T. atroviride* JB2 (51,8%), *T. viride* PRD (47,5%), dan *T. hamatum* LP2 (47,9%).

Mekanisme penekanan metabolit sekunder terhadap intensitas serangan VSD pada bibit kakao diduga berkaitan dengan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma* spp. seperti enzim yang dapat mendegradasi dinding sel jamur (Harman *et al.*, 2004), senyawa antibiotik yang menghambat pertumbuhan jamur (Vinale *et al.*, 2014a), dan senyawa penginduksi ketahanan (Vinale *et al.*, 2014b).

Metabolit sekunder *Trichoderma* spp. yang bersifat antibiotik di antaranya adalah koninginin, viridin, dan *harzianopyridone* (Vinale *et al.*, 2014b). Koninginin yang diisolasi dari *T. harzianum*, *T. koningii*, dan *T. aureoviride* menunjukkan aktivitas antibiotik *in vitro* terhadap jamur *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora cinnamomi*, dan *Fusarium oxysporum*. Viridin adalah senyawa antijamur yang diisolasi dari *T. koningii*, *T. viride*, dan *T. virens*. Antibiotik ini mencegah perkecambahan spora *Botrytis allii*, *Colletotrichum lini*, *Fusarium caeruleum*, dan *Aspergillus niger*. *Harzianopyridone* merupakan metabolit dari *T. harzianum* yang sangat ampuh melawan *Botrytis cinerea*, *R. solani*, *G. graminis* var. *tritici*, dan *Pythium ultimum*. Metabolit sekunder *Trichoderma* spp. yang bersifat enzim di antaranya adalah kitinase, β -1,3-glukanase, dan protease (Harman *et al.*, 2004). Enzim β -1,3-glukanase dan kitinase diisolasi dari *T. viride*, *T. virens*, dan *T. harzianum* (Dubey *et al.*, 2011). Enzim-enzim tersebut berperan penting dalam proses pengendalian penyakit tanaman. Selanjutnya Vinale *et al.* (2014a) melaporkan bahwa beberapa metabolit sekunder *Trichoderma* spp. dapat menginduksi ketahanan tanaman, yaitu berperan sebagai elisitor dalam mekanisme pertahanan tanaman melawan patogen. Metabolit sekunder *6-pentyl- α -pyrone* yang dihasilkan oleh *T. harzianum* dapat meningkatkan ketahanan tanaman jagung terhadap *F. moniliforme* dengan meningkatkan aktivitas peroksidase, polifenol oksidase, dan β -1,3-glukanase.

Jenis senyawa yang dikandung dalam metabolit sekunder yang diuji masih dalam tahap penelitian. Akan tetapi, berdasarkan besarnya tingkat penekanan terhadap VSD menunjukkan bahwa metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3 lebih tinggi daya hambatnya dalam menekan penyakit VSD dibandingkan dengan *T. virens* LP1, *T. atroviride* JB2, *T. hamatum* LP2, dan *T. viride* PRD. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa yang

dikandung dalam metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3 lebih kaya jenisnya dibandingkan dengan yang ada di dalam keempat metabolit sekunder lainnya. Perbedaan antara kelima metabolit tersebut kemungkinan juga berhubungan dengan karakter genetik dari masing-masing spesies *Trichoderma* spp. Hal ini sejalan dengan pernyataan Ekowati *et al.* (2009), metabolit sekunder yang dihasilkan *Trichoderma* spp. dipengaruhi oleh sifat genetik. Setiap spesies dan strain-strain tertentu mempunyai kemampuan menghasilkan senyawa antimikrob yang berbeda karakteristiknya sehingga akan menentukan banyaknya senyawa antimikrob yang diproduksi dan efektivitasnya terhadap mikroba patogen. Tingginya penekanan intensitas serangan VSD oleh metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3 dan *T. virens* LP1 menunjukkan kedua metabolit tersebut berpotensi untuk digunakan sebagai pengendalian biologi penyakit VSD.

Pengaruh Metabolit Sekunder *Trichoderma* spp. terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan bibit kakao 4 bulan setelah aplikasi menunjukkan bahwa perlakuan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. tidak bersifat fitotoksik terhadap tanaman kakao. Selain itu, tidak ditemukan gejala atau pertumbuhan tanaman yang menyimpang dari tanaman sehat. Dengan demikian, metabolit sekunder tersebut dapat digunakan sebagai bahan pengendalian biologi.

Pengaruh metabolit sekunder *Trichoderma* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan bibit kakao (tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang) dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4). Tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan metabolit sekunder *T. viride* PRD (34,2 cm) tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, kecuali dengan metabolit sekunder *T. atroviride* JB2 dan kontrol (30,5 cm). Demikian juga dengan

Tabel 4. Pengaruh metabolit sekunder *Trichoderma* spp. terhadap pertumbuhan tanaman pada bibit kakao terinfeksi VSD 3 bulan setelah aplikasi

Table 4. Effect of secondary metabolites *Trichoderma* spp. of plant growth on VSD infected cacao seedlings at 3 months after application

Metabolit sekunder	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun	Diameter batang (mm)
<i>T. virens</i> LP1	33,60 a	10,30 a	6,10a
<i>T. hamatum</i> LP2	31,00 ab	11,90 a	6,20a
<i>T. amazonicum</i> LP3	32,60 a	10,30 a	6,20a
<i>T. atroviride</i> JB2	30,10 b	10,60 a	6,00a
<i>T. viride</i> PRD	34,20 a	11,30 a	6,00a
Fungsida kimia	32,60 a	10,40 a	5,40b
Kontrol (tanpa perlakuan)	30,50 b	8,40 b	4,20b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey's test at 5% level

jumlah daun, bibit kakao yang diberi perlakuan metabolit sekunder *T. viride* PRD mempunyai jumlah daun terbanyak (11,3) tidak berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali dengan kontrol (8,4). Pada diameter batang, perlakuan metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3 mempunyai diameter batang tertinggi, yaitu 6,2 mm tidak berbeda nyata dengan metabolit sekunder *Trichoderma* spp. yang lain, hanya berbeda nyata dengan fungisida kimia dan kontrol, yaitu 5,4 mm dan 4,2 mm. Menurut Jantarach & Thanaboripat (2010), beberapa spesies *Trichoderma* spp. dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kultur fitrat *T. harzianum*, yaitu iso-HA dapat meningkatkan tinggi tanaman tomat sebesar 19%–35% dibandingkan dengan kontrol. Di samping itu, metabolit sekunder *T. harzianum* juga dapat meningkatkan pertumbuhan tunas dan akar tanaman.

KESIMPULAN

Metabolit sekunder *Trichoderma* spp. berpotensi untuk mengendalikan penyakit VSD pada bibit kakao. Metabolit sekunder *T. amazonicum* LP3 dan *T. virens* LP1 merupakan metabolit terbaik dalam menekan intensitas penyakit VSD pada bibit kakao, yaitu masing-masing sebesar 81,8% dan 63,2%, lebih tinggi dan sama dengan fungisida kimia (63,6%). Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui senyawa aktif yang terdapat pada metabolit *T. amazonicum* LP3 dan *T. virens* LP1 yang berperan dalam pengendalian penyakit VSD pada tanaman kakao.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMART Badan Litbang Pertanian atas dana dari kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Dr. Ir. Samsudin, M.Si. untuk penggunaan isolat *Trichoderma viride*, serta Bapak Edi Safianto dan Bapak Sumantri yang membantu dalam kegiatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaria, W., Taufiq, E., & Harni, R. (2013). Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 4(1), 55–64.
- Dennis, J. J. C., Holderness, M., & Keane, P. J. (1992). Weather patterns associated with sporulation of *Oncobasidium theobromae* on cocoa. *Mycological Research*, 96(1), 31–37. [http://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)80993-3](http://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)80993-3)
- Dubey, S. C., Tripathi, A., Dureja, P., & Grover, A. (2011). Characterization of secondary metabolites and enzymes produced by *Trichoderma* species and their efficacy against plant pathogenic fungi. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81(5), 455–461.
- Ekowati, N., Sucianto, E. T., Muljowati, J. S., & Dewi, R. (2009). Uji aktivitas antibiosis beberapa isolat *Gliocladium* dan *Trichoderma* terhadap mikroba patogen dengan pH awal fermentasi yang berbeda. *Jurnal Inovasi*, 3(2), 69–77.
- Guest, D., & Keane, P. (2007). Vascular-streak dieback: A new encounter disease of cacao in Papua New Guinea and Southeast Asia caused by the obligate basidiomycete *Oncobasidium theobromae*. *Phytopathology*, 97(12), 1654–1657. <http://doi.org/10.1094/PHYTO-97-12-1654>
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M., & Pathology, P. (2004). *Trichoderma* species — opportunistic, avirulent plant symbionts. *Microbiology*, 2(1), 43–56. <http://doi.org/10.1038/nrmicro797>
- Harni, R. (2013). Penyakit vascular streak dieback pada tanaman kakao dan strategi pengendaliannya. In *Prosiding Seminar dan Kongres Perhimpunan Fitopatologi Indonesia ke XXII. Padang 10 Oktober 2013* (pp. 178–186). Padang.
- Harni, R. (2014). Serai wangi sebagai pestisida nabati pengendalian penyakit vascular streak dieback untuk mendukung bioindustri kakao. In *Bunga Rampai Inovasi Teknologi Bioindustri Kakao* (pp. 213–223). Jakarta: IAARD Press.
- Harni, R., & Baharuddin, B. (2014). Keefektifan minyak cengkeh, serai wangi, dan ekstrak bawang putih terhadap penyakit vascular streak dieback (*Ceratobasidium theobromae*) pada kakao. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 1(3), 167–174. <http://doi.org/10.21082/jtidp.v1n3.2014.p167-174>
- Jantarach, J., & Thanaboripat, D. (2010). The efficacy of ethyl acetate extract of *Trichoderma* culture broth on growth inhibition and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* IMI 242684. *KMITL Sci. Tech. J.*, 10(1), 19–29.

- Mukherjee, P. K., Horwitz, B. A., & Kenerley, C. M. (2012). Secondary metabolism in *Trichoderma* - a genomic perspective. *Microbiology*, *158*(1), 35–45. <http://doi.org/10.1099/mic.0.053629-0>
- Samuels, G. J., Ismaiel, A., Rosmana, A., Junaid, M., Guest, D., McMahon, P., ... Cubeta, M. A. (2012). Vascular streak dieback of cacao in Southeast Asia and Melanesia: in planta detection of the pathogen and a new taxonomy. *Fungal Biology*, *116*(1), 11–23. <http://doi.org/10.1016/j.funbio.2011.07.009>
- Soetanto, L. (2008). *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Raja Grafindo Persada.
- Susilo, A. W., & Sari, I. A. (2011). Respons ketahanan beberapa hibrida kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap serangan penyakit pembuluh kayu (vascular-streak dieback). *Pelita Perkebunan*, *27*(2), 77–87.
- Tarus, P. K., Lang'at-Thoruwa, C. C., Wanyonyi, A. W., & Chhabra, S. C. (2003). Bioactive metabolites from *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum*. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, *17*(2), 185–190. <http://doi.org/10.4314/bcse.v17i2.61675>
- Vinale, F., Manganiello, G., Nigro, M., Mazzei, P., Piccolo, A., Pascale, A., ... Woo, S. (2014a). A novel fungal metabolite with beneficial properties for agricultural applications. *Molecules*, *19*(7), 9760–9772. <http://doi.org/10.3390/molecules19079760>
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Woo, S. L., Nigro, M., Marra, R., ... Lorito, M. (2014b). *Trichoderma* secondary metabolites active on plants and fungal pathogens. *The Open Mycology Journal*, *8*(1), 127–139. <http://doi.org/10.2174/1874437001408010127>
- World Cocoa Foundation. (2008). Retrieved September 7, 2017, from www.worldcocoa-foundation.org/info-center.

