

UJI *Trichoderma harzianum* SEBAGAI BIOFERTILIZER DAN BIOPESTISIDA UNTUK PENGENDALIAN HAWAR TAJUK DAN LAYU TANAMAN KENTANG

Sutarman

Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Email: sutarman@umsida.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Trichoderma harzianum* yang diaplikasikan sebagai biopestisida dan biofertilizer untuk mengendalikan penyakit hawar dan layu tajuk tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans* dan *Fusarium oxysporum*. Penelitian lapangan dilakukan di desa Tulungrejo, Bumiaji, Batu - Jawa Timur pada bulan April-Agustus 2017. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan empat macam perlakuan yaitu: kontrol, biopestisida, biofertilizer, dan biopestisida-biofertilizer. Secara keseluruhan diperoleh 16 satuan percobaan. Variabel yang diamati meliputi: pertambahan tinggi tanaman dan diameter batang, indeks penyakit, dan produksi umbi. Semua data dianalisis menggunakan ANOVA 5% yang dilanjutkan dengan uji BNJ 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biopestisida *T. harzianum* di permukaan tajuk tanaman membantu menekan intensitas gejala hawar tajuk; sementara itu aplikasi biofertilizer *T. harzianum* di perakaran tanaman dan kombinasinya dengan aplikasi biopestisida menurunkan indeks penyakit dan meningkatkan produksi umbi tanaman kentang.

Kata kunci: kentang, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora infestans*, *Trichoderma harzianum*

1. PENDAHULUAN

Penyakit hawar tajuk tanaman kentang yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans* merupakan ancaman serius bagi petani di sentra produksi kentang di Batu (Jawa Timur) dan sekitarnya. Bahkan

pada banyak kasus terbukti adanya serangan *Fusarium oxysporum* penyebab layu tanaman yang menyertai serangan *P. infestans*.

Trichoderma merupakan jenis fungi yang potensial digunakan sebagai agen biokontrol atau dimanfaatkan dalam rangka pengendalian penyakit termasuk pada tanaman kentang, mengingat kemampuannya menghasilkan antibiotik dan berbagai enzim pendegradasi dinding sel fungi patogen sehingga membuatnya efektif memparasit dan mengendalikan fungi patogen [1, 2, 3, 4] . *Trichoderma* berperan dalam proses dekomposisi bahan organik yang menghasilkan nutrisi bagi tanaman [5, 6].

Penelitian yang memanfaatkan *Trichoderma* sebagai agen biokontrol terhadap berbagai patogen penyakit penting tanaman sudah banyak dilakukan baik secara *in vitro* maupun *in vivo*. Pemanfaatn *Trichoderma* sebagai biofertilizer dapat diintegrasikan dengan pemanfatannya sebagai agen biokontrol, sehingga diharapkan fungi ini dapat membantu mempertahankan kelangsungan produksi tanaman sekaligus sebagai upaya untuk menghambat perkembangan resistensi patogen terhadap fungsida [7]. Aplikasi dalam skala lapangan di sentra-sentra produksi sudah mulai dilakukan. Sejauh ini upaya menggabungkan aplikasi *Trichoderma* sebagai *biopestisida* sekaligus sebagai *biofertilizer* khususnya pada tanaman kentang relatif belum banyak dilakukan, apalagi dengan tujuan untuk mengatasi gangguan patogen hawar tajuk yang disebabkan oleh *P. infestans* sekaligus layu *Fusarium*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi *T. harzianum* Tc-Jjr-02 sebagai biopestisida dan sebagai biofertilizer terhadap pertumbuhan tanaman kentang, indeks penyakit, dan produksi tanaman kentang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan tempat penelitian.

Kegiatan preparasi agensia biopestisida dan biofertilizer *Trichoderma* di lakukan di laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (FP-UMSIDA), sedangkan percobaan lapangan dilaksanakan di salah satu lahan petani di desa Tulungrejo, Bumiaji Sumber Brantas, Batu Jawa Timur; semua kegiatan dalam penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2017.

2.2 Preparasi Biofertilizer dan Biopestisida

Bahan aktif bioferilizer dan bipestisida adalah *Trichoderma harzianum* Isolat Tc-Jjr-02 merupakan koleksi laboratorium Mikrobiologi FP-UMSIDA. Isolat agensia hayati dikultivasi dari biakan berumur 14 hari setelah inokulasi pada media PDA-m [8] yang ditempatkan pada beaker glass 500 ml; setelah diblender dalam kondisi aseptik, suspensi propagul *Trichoderma* diencerkan dengan air destilat steril perbandingan propagul:air adalah 1:10. Suspensi tersebut disaring dengan

menggunakan saringan steril dengan kerapatan lubang 100 mesh. Untuk untuk pembuatan biofertilizer, suspensi diencerkan menjadi sepersepuluh kali dan dituangkan ke dalam bejana 5 liter berisi kompos steril sebagai *carrier* sehingga diperoleh kepadatan populasi konidiospora isolat Tc-JJr-02 10^4 cfu/gr. Adapun untuk menyiapkan biopestisida, suspensi hasil penyaringan diencerkan kembali dengan air destilat steril sehingga diperoleh kepadatan populasi konidiospora 10^4 cfu/ml. Untuk biofertilizer, suspensi konidiospora isolat yang diformulasi ke dalam kompos terlebih dahulu dinkubasi selama dua minggu sebelum aplikasi di pertanaman. Sementara itu formula biopestisida diaplikasikan enam jam kemudian

2.3 Persiapan pertanaman

Tanaman yang digunakan dalam percobaan ini adalah tanaman kentang varietas Granola di satu lahan seluas 4.000 m² di Tulungrejo, kecamatan Bumiaji, Batu, Jawa Timur. Pertanaman kentang tersusun dalam sejumlah bedengan yang ukurannya bervariasi dengan rata-rata panjang 20 m, lebar 80 cm, dan ketinggian bedengan rata-rata 50 cm. Tanaman kentang pada lahan ini merupakan tanaman yang berasal dari bibit dengan kriteria sudah memiliki ukuran tunas 2-3 cm dan tanahnya sudah diberi pupuk dasar. Untuk keperluan pengamatan percobaan, maka ditentukan secara acak bedeng-bedeng yang mendapat perlakuan. Tiap bedeng ditentukan secara acak satu kelompok tanaman yang akan diukur variabel pengamatannya yang terdiri atas 8 batang tanaman yang terkumpul. Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan oleh tim Fakultas Pertanian UMSIDA diketahui bahwa lahan pertanaman kentang secara endemis sering terserang *P. infestans* dan *F. oxysporum*.

2.4 Aplikasi biofertilizer dan biopestisida

Setelah tanaman berumur 5 minggu setelah tanam (MST), maka dilakukan treatment pemberian biofertilizer dengan dosis 25 gr per tanaman yang ditempatkan secara merata di sekeliling dasar tanaman dengan membuat larikan selebar 5 cm dan kedalaman 7-10 cm. Aplikasi biofertilizer pada pukul 10 pagi dan dilakukan secara hati-hati menghindari tercabut dan putusnya akar tanaman. Aplikasi biofertilizer dilakukan hanya sekali, sedangkan aplikasi biopestisida dilakukan dua kali yaitu 5 dan 8 MST masing-masing pada sore hari atau sekitar pukul 15.00-16.00 WIB. Dosis biopestisida adalah dengan ukuran 2 liter per satu plot perlakuan. Tindakan budidaya pada lahan ini tidak mengalami perubahan yaitu sesuai prosedur atau kebiasaan yang dilakukan oleh petani di daerah tersebut, yaitu: (i) pemberian tegakan untuk menjaga tanaman kentang tidak merambat, (ii) pemberian pupuk dasar ZA dan SP-36 pada satu hari setelah tanam dan pupuk K pada 6 MST, (iii) pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis 25 gr per tanaman (iv) aplikasi fungisida difenokonzol dan benomil secara berkala dua kali dalam satu minggu hingga 6 MST dan tiap minggu pada 7-10 MST, dan (v) aplikasi pupuk daun dan hara mikro tiap minggu.

2.5 Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati dalam percobaan ini meliputi: (i) pertumbuhan tanaman (7 dan 9 MST) yang meliputi: penambahan tinggi tanaman (cm) dan diameter batang (mm), (ii) intensitas serangan penyakit (7 dan 9 MST) yang dihitung dengan menggunakan rumus (1) berdasarkan kriteria seperti ditunjukkan pada Tabel 1, serta (iii) produksi tanaman (saat panen) terdiri atas: bobot per umbi layak jual (lolos lubang berdiameter 6 cm) (gr) dan bobot total umbi,

$$Ip = \sum_{i=1}^{k=4} (ini)/Nk \dots\dots(1)$$

dengan ketentuan: *Ip* adalah indeks penyakit yang menunjukkan intensitas gejala serangan, *i* adalah nilai skor terendah, *k* adalah skor tertinggi, *ni* adalah jumlah bibit dengan kriteria gejala atau skor ke-*i*, *N* adalah jumlah tanaman yang diamati.

Untuk melihat lebih jauh kemampuannya bertahan di permukaan pasca aplikasi sebagai biopestisida, maka dilakukan penempatan potongan daun rata-rata seluas 0,64 cm² sampel dari tiap satuan percobaan di media PDA-c. Koloni yang muncul di permukaan media PDA-c menunjukkan bahwa fungi *Trichoderma* sukses sebagai fungi endofit yang tumbuh di dalam jaringan bagian permukaan daun.

Tabel 1. Kriteria gejala serangan hawar tajuk *Phytophthora* yang terintegrasi dengan gejala layu *Fusarium*

Nilai (Skor)	Kriteria gejala serangan
0	Tidak ada gejala hawar atau tanaman sehat
1	> 0-10% tajuk bergejala hawar
2	> 10-20% tajuk bergejala hawar atau tajuk tampak agak layu
3	> 20-40% tajuk bergejala hawar atau 10-20% bergejala hawar dan agak layu atau tanaman mengalami kelayuan
4	> 40-70% tajuk bergejala hawar atau 20-40% bergejala hawar dan layu atau tanaman mengalami layu cukup berat
5	> 70% tajuk bergejala hawar atau tanaman layu berat hingga layu total

2.6 Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Pada percobaan ini digunakan empat macam perlakuan yaitu: tanpa biopestisida dan tanpa biofertilizer atau kontrol, menggunakan biopestisida *Trichoderma*, menggunakan biofertilizer *Trichoderma*, dan menggunakan biopestisida dan biofertilizer. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang diulang 4 kali. Analisis ragam dilakukan terhadap semua data hasil pengamatan untuk masing-masing variabel pengamatan, kemudian untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan dilakukan uji BNJ 5 %.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pertumbuhan vegetatif tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pengaruh yang nyata antara kontrol, biopestisida, biofertilizer dan biopestisida-biofertilizer terhadap pertambahan tinggi tanaman dan diameter batang pada 7 dan 9 MST. Rerata pertambahan pertumbuhan dan persentase peningkatan pertumbuhan masing-masing perlakuan berbasis *Trichoderma* terhadap kontrol dapat dilihat pada Tabel 2 (tinggi tanaman) dan 3 (diameter batang).

Tabel 2. Rerata pertambahan tinggi tanaman kentang (cm)

Perlakuan	7 MST	Persentase selisih terhadap kontrol	9 MST	Persentase selisih terhadap kontrol
Kontrol	57,36		62,16	
Biopestisida	67,60	17,9%	71,04	14,3%
Biofertilizer	60,00	4,6%	63,78	2,6%
Biopestisida-Biofertilizer	58,22	1,5%	64,9	4,4%

Perlakuan biofertilizer memberikan respons pertambahan tinggi tanaman kentang dengan persentase terhadap kontrol yang paling besar dibandingkan perlakuan biopestisida dan biopestisida-biofertilizer.

Tabel 3. Rerata diameter batang tanaman kentang (cm)

Perlakuan	7 MST	Persentase selisih terhadap kontrol	9 MST	Persentase selisih terhadap kontrol
Kontrol	0,86		0,95	
Biopestisida	0,77	-10,5%	0,90	-5,3%
Biofertilizer	0,90	4,7%	0,92	-3,2%
Biopestisida-Biofertilizer	0,83	-3,5%	0,92	-3,25%

Persentase selisih diameter batang untuk perlakuan biopestisida, biofertilizer, dan biofertilizer-biopestisida terhadap kontrol menunjukkan angka negatif terutama pada 9MST yaitu -5,3%, -3,2%, dan -3,25%.

3.2 Indeks Penyakit

Pengaruh perlakuan berbasis aplikasi *Trichoderma* tidak nyata berdasar hasil analisis ragam indeks penyakit pada 7 dan 9 MST. Rerata indeks penyakit dan persentase selisihnya terhadap kontrol tersaji pada Tabel 4. Angka bernilai negatif dari persentase selisih terhadap kontrol menunjukkan telah terjadi penurunan indeks penyakit atau adanya efek penekanan *Trichoderma* terhadap aktivitas

patogen. Dari 7 MST hingga 9 MST telah terjadi proses pemulihan tanaman yang ditunjukkan dengan penurunan indeks penyakit.

Tabel 4. Rerata indeks penyakit tanaman kentang pada 7 dan 9 MST

Perlakuan	7 MST	Persentase selisih terhadap kontrol	9 MST	Persentase selisih terhadap kontrol
Kontrol	74,38		60,63	
Biopestisida	60,00	-19,3%	48,13	-20,6%
Biofertilizer	39,38	-47,1%	33,75	-44,3%
Biopestisida-Biofertilizer	51,88	-30,3%	39,38	-35,0%

3.3 Produksi tanaman

Analisis ragam yang dilakukan menunjukkan tidak terdapat perbedaan pengaruh aplikasi *Trichoderma* yang nyata terhadap bobot per umbi dan bobot panen. Rerata perlakuan dan persentase selisih terhadap kontrol tertera pada Tabel 5. Rerata bobot per umbi pada seluruh perlakuan aplikasi *Trichoderma* menunjukkan lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, demikian pula untuk total bobot panen.

Tabel 5. Rerata produksi umbi per tanaman kentang

Perlakuan	Bobot per umbi (gr)	Persentase selisih terhadap kontrol	Bobot panen umbi (gr)	Persentase selisih terhadap kontrol
Kontrol	72,2		310	
Biopestisida	78,3	8,4%	328	5,8%
Biofertilizer	85,1	17,9%	340	9,7%
Biopestisida-Biofertilizer	96,4	33,5%	353	13,9%

3.4 Potensi Endofitik *Trichoderma*.

Hasil penumbuhan sampel daun dari masing-masing satuan percobaan pada akhir pengamatan (10 MST) diperlihatkan pada Tabel 6. Persentase potongan sampel daun tiap satuan percobaan adalah menunjukkan jumlah potongan daun dari total potongan daun yang memunculkan koloni *Trichoderma* yang dipaliskasikan pada media PDA-c. Pada perlakuan biofertilizer yang diaplikasikan di sekitar perakaran dan kontrol (kecuali satu ulangan) tidak dijumpai koloni di permukaan media PDA-c.

Tabel 6. Persentase potongan sampel daun tanaman kentang yang memunculkan isolat membawa *Trichoderma harzianum* Tc-Jjr-02 pada media PDA-m

Perlakuan	Ulangan	Rerata
-----------	---------	--------

	1	2	3	4	
Kontrol	0%	0%	0%	33%	8%
Biopestisida	67%	33%	33%	100%	58%
Biofertilizer	0%	0%	0%	0%	0%
Biopestisida-Biofertilizer	67%	33%	33%	67%	56%

3.5 Pembahasan

Aplikasi *Trichoderma* isolat Tc-JJr-02 baik sebagai biopestisida yang disemprotkan ke permukaan tajuk, sebagai biofertilizer yang diberikan dalam bentuk pemupukan di sekitar perakaran, atau kombinasi keduanya belum dapat menghasilkan respon yang nyata (secara statistik) dalam seluruh variabel pertumbuhan vegetatif. Namun demikian terhadap tinggi tanaman diperoleh persentase selisih terhadap kontrol menunjukkan angka positif (+) (Tabel 2) dan terhadap indeks penyakit menunjukkan persentase dengan angka negatif (-). Fakta ini merupakan bukti pengaruh aplikasi *Trichoderma* terhadap pertumbuhan dan perlindungan tanaman. *Trichoderma* menghasilkan senyawa pengatur tumbuh bagi tanaman [9, 4, 10] yang dapat mendorong peningkatan pertumbuhan tanaman serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen [11, 8, 12]. Enzim pendegradasi dinding sel fungi patogen dan antibiotik yang dihasilkan oleh *Trichoderma* [1, 2, 13, 14] membuatnya efektif mengganggu aktivitas patogen sehingga menekan indeks penyakit tanaman. Efek lebih lanjut dari peran *Trichoderma* meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen diperlihatkan pada Tabel 5 yaitu pada perlakuan biofertilizer respon tanaman dalam bentuk indeks penyakit paling kecil yaitu 39,38 (7 MST) dan 33,75 (9 MST).

Trichoderma sebagai biofertilizer sesungguhnya juga sebagai penghambat aktivitas patogen *Fusarium* yang secara endemik selalu mengancam tanaman kentang. Pada perlakuan biofertilizer dan biopestisida-biofertilizer menunjukkan respon tanaman yang baik; hal ini ditunjukkan oleh adanya peningkatan bobot umbi sebesar 17,9% dan 33,5% serta bobot total panen sebesar 9,7% dan 13,9% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 5). Aktivitas fungi *Trichoderma* yang terformulasi dalam bahan organik sebagai biofertilizer di perakaran akan meningkatkan pertahanan tanaman terhadap patogen dan mencegah munculnya gejala layu pada tanaman [15, 16, 17].

Fungi ini juga menghasilkan senyawa yang bersifat menghambat terhadap patogen [18, 2, 13, 19] yang dalam hal ini bersifat sebagai patogen tular tanah. Di permukaan daun *Trichoderma* dapat bersifat sebagai endofit yang dapat berkompetisi dalam memanfaatkan ruang dan sumberdaya [20, 21]. Kemampuannya sebagai endofit ini diperkuat oleh fakta seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6. Pada perlakuan biopestisida dan biopestisida-biofertilizer masing-masing menunjukkan 58 dan 56 % potongan sampel daun memunculkan koloni isolat fungi ini pada media PDA-c. Hal ini menunjukkan bahwa fungi agen biokontrol ini masuk ke dalam jaringan daun dan berperilaku sebagai

endofit. Efek aktivitas *Trichoderma* sebagai penghambat dan endofit bagi perlindungan terhadap tanaman dapat ditunjukkan dalam bentuk penurunan indeks penyakit (Tabel 5). Pada perlakuan biopestisida dan biopestisida-biofertilizer *Trichoderma* mampu menurunkan indeks penyakit masing-masing 19% dan 30% pada 7 MST serta 21% dan 35% pada 9 MST.

Eksistensi fungi *Trichoderma* isolat Tc-JJr-02 sebagai endofit di daun ini mengukuhkan kemampuan dirinya menghadapi hambatan kimia yang berasal dari fungisida yang diaplikasi tiap minggu. Kemunculan koloni pada PDA-c menunjukkan hifa fungi ini masuk ke dalam jaringan daun yang mengamankan dirinya dari pengaruh bahan aktif fungisida yang terpenetrasi ke lapisan epidermis daun. Fakta penelitian ini juga memperkuat adanya kenyataan aplikasi fungisida yang sering diterapkan oleh petani relatif kurang efektif mengendalikan penyakit hawar tajuk. Meskipun cara kerja bahan aktif fungisida tersebut di antaranya mengganggu pembentukan sterol dan merusak membran sel fungi [22], namun belum cukup efektif mengganggu sel fungi *Trichoderma* yang masuk ke dalam jaringan sel daun melalui luka atau bagian yang terinfeksi oleh patogen.

4. KESIMPULAN

Aplikasi *Trichoderma harzianum* Tc-Jjr-02 sebagai biopestisida ke permukaan tajuk tanaman membantu menekan indeks penyakit akibat serangan *Phytophthora infestans* penyebab hawar daun tajuk dan *Fusarium oxysporum* penyebab layu tanaman. Aplikasi *Trichoderma harzianum* Tc-Jjr-02 sebagai biofertilizer yang diaplikasikan sebagai pemupukan di perakaran tanaman menurunkan indeks penyakit dan meningkatkan produksi umbi kentang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Benítez T, Rincón AM, Limón MC & Codon A. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Int. Microbiol.* 7 (4), 249–260.
- [2] Harman GE. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. *Phytopathology* 96, 190–194.
- [3] Al-Taweil HI, Osman MB, Aidil AH & Wan-Yussof WM. 2009. Optimizing of *Trichoderma viride* cultivation in submerged state fermentation. *Am. J. Appl. Sci.* 6, 1277–1281.
- [4] Chowdappa P, Kumar SPM, Lakshmi MJ & Upreti KK. 2013. Growth stimulation and induction of systemic resistance in tomato against early and late blight by *Bacillus subtilis* OTPB1 or *Trichoderma harzianum* OTPB3. *Biol. Control* 65, 109–117.
- [5] Dayana Amira R, Roshanida AR, Rosli MI, Zahrah SFMF, Anuar MJ & Adha NCM. 2012. Bioconversion of empty fruit bunch (EFB) and palm oil mill effluent (POME) into compost using *Trichoderma virens*. *African Journal of Biotechnology* 10, 18775-18780.
- [6] Buysens C, César V, Ferrais F, De Boulois HD & Declerck S. 2016. Inoculation of *Medicago sativa* cover crop with *Rhizophagus irregularis* and *Trichoderma harzianum* increases the yield of subsequently-grown potato under low nutrient conditions. *Applied Soil Ecology* 105,137–143.
- [7] Glare T, Caradus J, Gelernter W, Jackson T, Keyhani N, Kohl J, Marrone P, Morin L & Stewart A. 2012. Have biopesticides come of age? *Trends Biotechnol.* 30, 250-258.

- [8] Vargas Gil S, Pastorb S & Marcha GJ. 2009. Quantitative isolation of biocontrol agents *Trichoderma* spp. *Gliocladium* spp. and Actinomycetes from soil with culture media. *Microbiol. Res.* 164, 196–205.
- [9] Gravel V, Antoun H & Tweddell RJ. 2007. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: possible role of indole acetic acid (IAA). *Soil Biol. Biochem.* 39, 1968–1977.
- [10] Youssef SA, Tartoura KA & Abdelraouf GA. 2016. Evaluation of *Trichoderma harzianum* and *Serratia proteamaculans* effect on disease suppression, stimulation of ROS-scavenging enzymes and improving tomato growth infected by *Rhizoctonia solani*. *Biological Control* 100, 79–86.
- [11] Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I & Lorito M. 2004. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat. Rev. Microbiol.* 2, 43–56.
- [12] Srivastava R., Khalid A, Singh US & Sharma AK. 2010. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici for the management of tomato wilt. *Biological Control* 55, 24–31.
- [13] Verma M, Brar SK, Tyagi RD, Surampalli RY & Valero JR. 2007. Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp.: panoply of biological control. *Biochemistry Engineering Journal* 37, 1–20.
- [14] 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. *Biological Control* 94 (2016) 37–46.
- [15] Yedidiaa I, Benhamoub N, Kapulnik Y & Cheta I. 2000. Induction and accumulation of PR proteins activity during early stages of root colonization by the mycoparasite *Trichoderma harzianum* strain T-203. *Plant Physiology and Biochemistry* 38 (11): 863–873.
- [16] Dubey SC, Suresha M & Singha B. 2007. Evaluation of *Trichoderma* species against *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris for integrated management of chickpea wilt. *Biol. Control* 40, 118–127.
- [17] Shanmugaiah V, Balasubramanian N, Gomathinayagam S, Monoharan PT & Rajendran A. 2009. Effect of single application of *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* on growth promotion in cotton plants. *Afr. J. Agric. Res.* 4, 1220–1225.
- [18] Clarkson JP, Mead A, Payne T & Whipps JM. 2004. Effect of environmental factors and *Sclerotium cepivorum* isolate on sclerotial degradation and biological control of white rot by *Trichoderma*. *Plant Pathol.* 53, 353–362.
- [19] Vinale F, Sivasithamparan 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.
- [20] 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.
- [21] Sutarman. 2017. Pengujian *Trichoderma* sp. sebagai pengendali hawar daun bibit kakao yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. *J. HPT Tropika* 17 (1): 45–52.
- [22] Arnold ML, Duriatti AD, Jung M, Katz RB, Liebeschuetz JW. 1995. Guanidinium and amidinium fungicides: a new class of carbocation mimetic ergosterol biosynthesis inhibitors. *Pestic. Sci.* 44: 341–355.