

**PENGARUH KOMBINASI SPESIES *TRICHODERMA* DAN FREKUENSI
PENYEMPROTAN TERHADAP INTENSITAS PENYAKIT
BUSUK BUAH (*PHYTOPHTHORA PALMIVORA*)
DAN HASIL PANEN KAKAO**

Fenty Ferayanti¹, Rina Sriwati², Essy Harnelly³

¹Mahasiswa Magister Agroekoteknologi Unsyiah

²Staf Pengajar di Fakultas Pertanian Unsyiah

³Staf Pengajar di Fakultas MIPA Biologi Unsyiah

ABSTRACT

The research objective was to determine the effect of *Trichoderma* species and spraying frequency on the intensity of black pod disease (*Phytophthora palmivora*) and cocoa yield. This study was conducted in farmer's field in The East Aceh District, at June to Desember 2014. The choice of location was based on a history of the cocoa pod disease in the previous period or the location was endemic. The research was arranged in randomized block design non factorial, consisted of 10 treatments and 4 replications, i.e : A = control, B (*T. harzianum* + spraying frequency of 1 times), C (*T. harzianum* + spraying frequency of 2 times), D (*T. harzianum* + spraying frequency of 3 times), E (*T. viren* + spraying frequency of 1 times), F (*T. viren* + spraying frequency of 2 times), G (*T. viren* + spraying frequency of 3 times), H (*T. asperellum* + spraying frequency of 1 times), I (*T. asperellum* + spraying frequency of 2 times), J (*T. asperellum* + spraying frequency of 3 times). Each treatment consisted of 5 plants, the number of plant are 200 plants. At each plant is set 10 cacao pod as samples for observation of disease intensity. The results of the research showed that the the lowest intensity of black pod disease due to the combination treatment of *Trichoderma* species and spraying on 2 and 3 months after application frequency found in treatment D (*T. harzianum* + 3 times spraying frequency) was 12.50 % and 13.13 %. The highest cocoa fruit yield found in treatment D (*T. harzianum* + 3 times spraying frequency) was 45.75 kg and the lowest found in treatment A (without *Trichoderma* / control) was 27.02 kg.

Keywords : *Cocoa, Trichoderma, P. Palmivora, spraying frequency.*

PENDAHULUAN

Kakao adalah salah satu komoditas subsektor perkebunan yang memberikan kontribusi dalam upaya peningkatan devisa Indonesia setelah kelapa sawit dan karet (Suryani dan Zulfebriansyah, 2007). Luas lahan tanaman kakao Indonesia lebih kurang 992.448 ha dengan produksi biji kakao sekitar 456.000 ton per tahun, dan produktivitas rata-rata 900 Kg per ha . Lahan yang tersedia dan sesuai untuk pengembangan kakao masih sangat besar yaitu sekitar 6,23 juta ha yang tersebar di 10 propinsi, salah satunya adalah Propinsi Aceh (Direktorat Jenderal Perkebunan. 2015).

Gubernur Provinsi Aceh menetapkan wilayah pesisir timur Aceh mulai dari Aceh Tamiang sampai Kabupaten Pidie, Aceh Tenggara dan Aceh Barat Daya sebagai sentra

produksi kakao dalam rangka melaksanakan revitalisasi perkebunan. Jumlah total luas tanaman kakao di Aceh yaitu 46.427 Ha dengan produksi sebesar 40.664 ton. Persentase kenaikan produksi pertahunnya yang masih rendah dengan rata-rata baru mencapai 300-400 kg per hektar (BPS Propinsi Aceh, 2015), ini sangat jauh dibandingkan dengan produksi petani kakao di Sulawesi yang nilai produksinya mencapai 700 kg per hektar/tahun.

Rendahnya produksi kakao rakyat ini diakibatkan oleh beberapa hal antara lain kurang perawatan, umur tanaman sudah tua, tidak menggunakan klon unggul dan meningkatnya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) terutama penyakit sehingga produktivitas dan mutu kakao yang dihasilkan cukup. Salah satu

OPT utama yang saat ini menjadi prioritas utama untuk dikendalikan mengingat kecenderungan intensitas dan luas serangannya yang semakin meningkat adalah busuk buah (*Phytophthora palmivora*) yang disebabkan oleh (Harmel dan Nasir, 2008). Serangan penyakit ini telah menyebar luas di hampir semua sentra produksi kakao dan menyebabkan penurunan produksi berkisar antara 25 - 50 % per musim panen di Asia Tenggara (Drenth dan Guest, 2004). Hasil survey di Sulawesi Tengah menunjukkan serangannya berkisar 15-90 % (Umrah, 2009). Serangan penyakit ini di Aceh berkisar antara 40-65 % (Jumali, Komunikasi Pribadi).

Tingginya potensi kerugian yang disebabkan oleh penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora*) memerlukan metode pengendalian yang efektif dan efisien dengan sistem yang berkelanjutan. Pengendalian hayati menjadi salah satu solusi untuk pengendalian secara berkelanjutan. Penggunaan jamur antagonis sebagai agen hayati harus dalam bentuk formulasi yang tepat dengan bahan yang mudah tersedia (Lewis dan Papavizas, 1983). Namun demikian, pengendalian hayati di perkebunan rakyat belum berkembang. Petani lebih menyukai menggunakan fungisida untuk mengendalikan penyakit busuk buah kakao karena aplikasinya yang praktis dan hasilnya dapat dilihat dengan cepat. Penggunaan fungisida kimiawi secara intensif dalam waktu yang lama menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan baik fisik dan biotik.

Untuk mengurangi efek samping yang merugikan ini, maka pengendalian dengan fungisida dapat disubstitusi dengan pestisida hayati (agensia antagonis). Pengendalian hayati diyakini memiliki kelebihan karena sesuai dengan prinsip keseimbangan ekosistem dengan memanfaatkan musuh alami dari hama dan penyakit pengganggu tanaman pertanian di lapangan. Salah satu mikroorganisme antagonis yang berpotensi dalam pengendalian hayati adalah jamur *Trichoderma spp.* *Trichoderma sp* merupakan salah satu jamur antagonis yang telah

banyak diuji coba untuk mengendalikan penyakit tanaman (Lilik et al., 2010). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma spp.* dapat mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh jamur *Rhizoctonia solani* (Goes et al, 2002). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Purwantisari (2007), menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma spp* dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *P. infestans* secara *in vitro*. Pada beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa *T. harzianum*, *T. asperellum* dan *T. asperelloides* yang berada di daerah perakaran (rhizosfer) mempunyai kemampuan untuk merangsang pertumbuhan dan pertahanan tanaman terhadap patogen (Harman et al., 2004b).

Berdasarkan hal tersebut diperlukan suatu penelitian lanjutan untuk melihat kemampuan jamur *Trichoderma sp* ini sebagai agensia hayati untuk mengurangi tingkat serangan penyakit dalam skala yang lebih luas. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh kombinasi antara spesies *Trichoderma dan* frekuensi penyemprotan yang tepat untuk menekan intensitas penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora*) dan meningkatkan hasil buah kakao.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada lahan pertanaman kakao milik petani di Dusun Cinta Kecamatan Peunaron Kabupaten Aceh Timur yang dimulai pada bulan Juni – Desember 2014, menggunakan tanaman milik petani dengan lahan penelitian $\pm 600 \text{ m}^2$. Pemilihan lokasi didasarkan pada riwayat penyakit busuk buah kakao pada periode sebelumnya atau merupakan lokasi endemik penyakit busuk buah kakao.

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : 3 (tiga) spesies jamur *Trichoderma sp* yang merupakan koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Unsyiah yaitu

T. harzianum, *T. asperellum* dan *T. viren* yang berasal dari isolat kakao, air steril dan media biakan jagung. Alat yang digunakan yaitu handsprayer dengan mist blower, kertas label, ember plastik, gelas ukur, pisau, dan timbangan digital.

Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial dengan 10 (sepuluh) perlakuan dengan 4

ulangan. Setiap perlakuan terdiri dari 5 tanaman sehingga jumlah tanaman seluruhnya adalah $10 \times 4 \times 5 = 200$ tanaman. Pada setiap tanaman ditetapkan 10 (sepuluh) buah kakao sebagai sampel tetap untuk pengamatan intensitas penyakit. Susunan perlakuan dan tata letak percobaan perlakuan kombinasi spesies *Trichoderma* dan frekuensi penyemprotan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan perlakuan kombinasi spesies *Trichoderma* dan frekuensi penyemprotan.

Notasi Perlakuan	Keterangan
A	= kontrol (aplikasi dengan air)
B	= <i>T. harzianum</i> + frekuensi penyemprotan 1 kali
C	= <i>T. harzianum</i> + frekuensi penyemprotan 2 kali
D	= <i>T. harzianum</i> + frekuensi penyemprotan 3 kali
E	= <i>T. viren</i> + frekuensi penyemprotan 1 kali
F	= <i>T. viren</i> + frekuensi penyemprotan 2 kali
G	= <i>T. viren</i> + frekuensi penyemprotan 3 kali
H	= <i>T. asperellum</i> + frekuensi penyemprotan 1 kali
I	= <i>T. asperellum</i> + frekuensi penyemprotan 2 kali
J	= <i>T. asperellum</i> + frekuensi penyemprotan 3 kali

Data dianalisis dengan menggunakan uji F (Anova). Apabila hasil uji F memberi pengaruh yang nyata, maka analisis akan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% ($BNT_{0,05}$).

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Suspensi *Trichoderma sp*

Suspensi konidia yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebanyak 1×10^6 . Suspensi konidia yang digunakan berasal dari konidia *T. harzianum*, *T. viren* dan *T. asperellum*, yang dibiakkan pada media PDA (Potato Dextrose Agar). Untuk mendapatkan jumlah konidia dalam jumlah yang besar maka masing – masing *Trichoderma* diperbanyak pada media jagung dengan cara menginokulasikan misellium *Trichoderma* pada media jagung steril. Misellia cendawan beserta konidianya dipanen dengan menggunakan spatula, membuat suspensi sebanyak 10 ml aquades. Hasil dari suspensi yang disentrifuse tersebut diambil sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi lain yang telah berisi aquades sebanyak 9 ml. Dengan

menggunakan haemocytometer jumlah konidia dihitung sebanyak 1×10^6 .

2. Penyemprotan *Trichoderma sp*

Penyemprotan suspensi *Trichoderma sp* dilakukan pada saat tanaman kakao memasuki periode berbunga. Periode berbunga sampai terbentuk buah terjadi dalam waktu ± 40 hari. Selama 40 hari pertama, pertumbuhan buah agak lambat kemudian setelah itu pertumbuhan buah cepat dan mencapai puncaknya pada umur 75 hari. Pada umur itu panjang buah mencapai sekitar 11 cm.

Aplikasi penyemprotan suspensi *Trichoderma sp* dilakukan dengan interval waktu 1 bulan sekali dengan volume penyemprotan 3 liter/pohon. Penyemprotan suspensi *Trichoderma sp* dilakukan pada seluruh pohon meliputi cabang, daun dan permukaan

tanah disekitar pohon yang dilakukan pada pagi hari. Penyemprotan *Trichoderma sp* diawali dengan perlakuan penyemprotan 3 (tiga) kali, lalu satu bulan kemudian dilakukan penyemprotan 2 (dua) kali dan selanjutnya penyemprotan 1 (satu) kali sehingga pengamatan dapat dilakukan dalam waktu yang bersamaan yaitu pada 2 dan 3 bulan setelah aplikasi (BSA) terakhir.

Peubah Yang Diamati

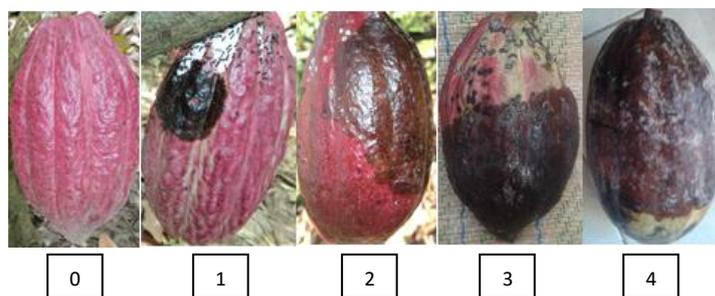
Tabel 2. Nilai skala keparahan penyakit busuk buah kakao (Asaad et al., 2010)

Nilai skala	Luas kerusakan buah (%)	Keterangan
0	0	Sehat
1	0 – 25	(ringan)
2	25 – 50	(sedang)
3	50 – 75	(agak berat)
4	75	(berat)

Intensitas Penyakit Busuk Buah Kakao (%)

Penghitungan intensitas penyakit busuk buah kakao dilakukan dengan cara mengelompokkan buah kakao yang terserang berdasarkan besarnya gejala serangan pada setiap buah yang dijadikan sampel, kemudian memberi skoring dengan menggunakan nilai skala keparahan penyakit busuk buah kakao. Nilai skala keparahan penyakit busuk buah kakao dapat dilihat pada Tabel 2.

Tingkatan serangan penyakit busuk buah kakao dapat dilihat pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Tingkat serangan penyakit busuk buah kakao (0 = sehat, 1 = ringan, 2 = sedang, 3 = agak berat, 4 = berat)

Intensitas serangan dihitung berdasarkan rumus Mc. Kinney (Nurbailis, 1992), yaitu :

$$I = \frac{\sum (n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%$$

dimana I = intensitas penyakit, n_i = jumlah buah yang terserang untuk setiap kategori serangan, v_i = nilai skala dari setiap tingkat kerusakan buah, V = kategori serangan dengan skala tertinggi (4), dan N = jumlah buah yang diamati.

Hasil buah kakao per tanaman

Penghitungan hasil buah kakao sesuai perlakuan per tanaman terhadap semua buah yang telah memenuhi kriteria panen, pemanenan dilakukan sebanyak 4 kali panen dengan interval waktu 7 (tujuh) hari. Kriteria panen yang dimaksud yaitu buah yang sudah menunjukkan tanda-tanda sebagai berikut :

- Kulit buah sudah berubah warna secara sempurna yaitu dari berwarna hijau menjadi kuning saat matang, atau dari berwarna merah menjadi jingga tua.

- Tangkai buah mulai mengering dan buah kakao mengeluarkan bunyi jika digoncangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Penyakit Busuk Buah Kakao (*P. palmivora*).

Tabel 3. Rata-rata Persentase Intensitas Penyakit Busuk Buah Kakao (*P. palmivora*) Akibat Perlakuan Kombinasi Antara Spesies *Trichoderma* dan Frekuensi Penyemprotan Pada 2 dan 3 BSA.

Perlakuan	Pengamatan	
	Intensitas Penyakit 2 BSA (%)	Intensitas Penyakit 3 BSA (%)
A	31,88 d	41,25 d
B	15,00 a	16,25 a
C	13,75 a	14,38 a
D	12,50 a	13,13 a
E	20,63 c	22,50 c
F	16,25 b	18,75 b
G	15,00 a	16,25 a
H	15,00 a	16,25 a
I	13,75 a	15,00 a
J	13,75 a	14,38 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (uji BNT_{0,05}).

Tabel 3 menunjukkan persentase intensitas penyakit busuk buah kakao tertinggi dijumpai pada perlakuan A (tanpa *Trichoderma*/kontrol) pada 2 BSA dan 3 yaitu 31,88 % dan 41,25 %. Hasil ini menunjukkan bahwa intensitas penyakit busuk buah kakao berbeda sangat nyata dengan semua perlakuan kombinasi antara spesies *Trichoderma* dan frekuensi penyemprotan. Hal ini disebabkan karena perlakuan tanpa *Trichoderma* (kontrol) merupakan perlakuan yang hanya menggunakan air sehingga tidak mempunyai kemampuan dalam menghambat serangan penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh *P. palmivora*. Oleh karena itu, patogen dapat membuat infeksi dengan cepat dan menyebabkan gejala penyakit.

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi antara spesies *Trichoderma* dan frekuensi penyemprotan berpengaruh nyata terhadap intensitas penyakit busuk buah kakao. Rata-rata intensitas penyakit busuk buah kakao (*P. palmivora*) akibat perlakuan kombinasi antara spesies *Trichoderma* dan frekuensi penyemprotan dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil penelitian pada 2 BSA dan 3 BSA menunjukkan bahwa rata – rata persentase intensitas penyakit busuk buah kakao terendah dijumpai pada perlakuan D (*T. harzianum* + frekuensi penyemprotan 3 kali) yaitu 12,50 % dan 13,13 %. Hasil ini menunjukkan bahwa spesies *Trichoderma* berpengaruh sangat nyata terhadap intensitas penyakit busuk buah kakao.

Tabel 3 pada 2 BSA dan 3 BSA menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi antara spesies *Trichoderma* dan frekuensi penyemprotan menyebabkan terjadi penekanan intensitas penyakit busuk buah kakao yang berhubungan dengan besarnya kesempatan inokulum awal untuk menembus dan mengkolonisasi buah kakao sehingga

memberikan proteksi yang lebih besar dan bertahan lebih lama di dalam jaringan buah kakao. Semakin banyak frekuensi penyemprotan spesies *Trichoderma* yang diaplikasikan akan memberikan perlindungan semakin besar terhadap terjadinya busuk buah kakao. Hal ini diduga akibat adanya mekanisme induksi ketahanan dan antibiosis oleh spesies *Trichoderma* untuk pertahanan buah kakao terhadap infeksi *P. palmivora* (Herre et al., 2007).

Aplikasi *T. harzianum*, *T. viren* dan *T. asperellum* dalam penelitian ini pada seluruh bagian tanaman kakao, diduga memberikan kesempatan pada spora *Trichoderma* untuk masuk menembus dan mengkolonisasi buah kakao sehingga memberikan mekanisme pertahanan yang lebih besar terhadap serangan patogen *P. palmivora*. Susilo et al., (2009), menyebutkan bahwa buah kakao terutama buah muda memiliki banyak trikoma dan ujung trikoma yang merupakan tempat eksresi eksudat mungkin menjadi tempat masuk *Trichoderma* yang disemprotkan pada permukaan buah. Bailey et al., (2008) mengamati adanya kolonisasi trikoma batang oleh *Trichoderma* dan hifanya keluar dari ujung trikoma setelah inokulasi bibit kakao melalui akar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Yedidia et al., (2000), dimana *Trichoderma* dapat menembus secara langsung pada permukaan rambut akar.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *T. harzianum* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menekan intensitas penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh patogen *P. palmivora* di lapangan dibandingkan dengan *T. viren* dan *T. asperellum*. Hal ini disebabkan karena spora *T. harzianum* yang diaplikasikan pada seluruh bagian tanaman kakao mempunyai kemampuan untuk masuk menembus dan berkembang serta mengkolonisasi buah kakao dengan cepat sehingga memberikan mekanisme pertahanan yang lebih besar terhadap serangan patogen *P. palmivora*. Hasil ini sesuai dengan penelitian Harman et al., (2004a) yang menyatakan bahwa *T. harzianum*, mempunyai kemampuan untuk merangsang pertumbuhan dan pertahanan tanaman yang bersifat sistemik terhadap patogen, namun berbeda dengan *T. viren* dan *T. asperellum* yang memiliki ketahanan bersifat lokal. Oleh sebab itu *T. harzianum* mampu menekan intensitas penyakit busuk buah kakao lebih baik dari *T. viren* dan *T. asperellum*.

Hasil buah kakao per tanaman.

Hasil pengamatan terhadap rata-rata hasil buah kakao per tanaman pada masing – masing perlakuan akibat perlakuan kombinasi antara spesies *Trichoderma* dan frekuensi penyemprotan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata – rata Hasil Buah Kakao Akibat Perlakuan Kombinasi Antara Spesies *Trichoderma* dan Frekuensi Penyemprotan.

Perlakuan	Rata - rata produksi (Kg)
A	27,00 a
B	42,92 e
C	43,23 e
D	45,75 f
E	34,82 b
F	37,60 c
G	38,01 c
H	40,58 d
I	40,58 d
J	41,76 de

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (uji BNT $_{0,05}$).

Hasil di atas menunjukkan bahwa hasil buah kakao tertinggi dijumpai pada perlakuan D (*T. harzianum* + frekuensi penyemprotan 3 kali) yaitu 45,75 kg dan hasil buah kakao yang terendah dijumpai pada perlakuan A (tanpa *Trichoderma*/kontrol) yaitu 27,00 kg. Hal ini diduga akibat frekuensi penyemprotan sebanyak 3 kali menyebabkan spora *T. harzianum* lebih banyak masuk ke dalam jaringan buah kakao, sehingga dapat meningkatkan ketahanan (*induced resistant*) buah kakao terhadap patogen *P.palmivora* (Khan et al., 2004; Horst et al., 2005; Abeyasinghe, 2009).

Hasil ini sesuai dengan pengamatan terhadap intensitas penyakit busuk buah kakao dimana persentase intensitas yang terendah dijumpai pada perlakuan D (*T. harzianum* + frekuensi penyemprotan 3 kali) dan intensitas penyakit busuk buah kakao yang tertinggi dijumpai pada perlakuan A (tanpa *Trichoderma*/kontrol). Ini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas serangan diiringi dengan meningkatnya

kehilangan hasil. Dayanti, (2013) melaporkan bahwa intensitas penyakit ≤ 10 % tidak berpengaruh terhadap kehilangan hasil, namun intensitas penyakit ≥ 10 % akan mempengaruhi tingkat kehilangan hasil, maka dapat diartikan bahwa hubungan antara intensitas penyakit busuk buah kakao (*P. palmivora*) dengan kehilangan hasil pada kakao cukup erat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Kombinasi antara spesies *Trichoderma* dan frekuensi penyemprotan berpengaruh terhadap intensitas penyakit busuk buah (*P. palmivora*). Intensitas penyakit busuk buah kakao (*P. palmivora*) pada 2 BSA yang terendah dijumpai pada perlakuan D (*T. harzianum* + frekuensi penyemprotan 3 kali) yaitu 12,50 %, namun berbeda nyata dengan perlakuan E (*T. viren* + frekuensi penyemprotan 1 kali) yaitu 20,63 % dan perlakuan F (*T. viren* + frekuensi penyemprotan 2 kali) yaitu 16,25 %..

- Sedangkan intensitas penyakit busuk buah kakao (*P. palmivora*) pada 3 BSA yang terendah dijumpai pada perlakuan D (*T. harzianum* + frekuensi penyemprotan 3 kali) yaitu 13,13 % dan berbeda nyata dengan perlakuan E (*T. viren* + frekuensi penyemprotan 1 kali) yaitu 22,50 % dan perlakuan F (*T. viren* + frekuensi penyemprotan 2 kali) yaitu 18,75 %.
- Kombinasi antara spesies *Trichoderma* dan frekuensi penyemprotan berpengaruh terhadap hasil buah kakao. Hasil buah kakao tertinggi dijumpai pada perlakuan D (*T. harzianum* + frekuensi penyemprotan 3 kali) yaitu 45,75 kg dan hasil buah kakao yang terendah dijumpai pada perlakuan A (tanpa *Trichoderma*/ kontrol) yaitu 27,02 kg

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengendalian penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh *P. palmivora* dengan frekuensi waktu yang lebih lama sehingga mendapatkan hasil yang optimal untuk menurunkan intensitas penyakit buah kakao di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeyasinghe S, 2009. Systemic resistance induced by *Trichoderma harzianum* RU01 against *Uromyces appendiculatus* on *Phaseolus vulgaris*. J.Natn.Sci.Foundation Sri Lanka 2009 37(3): 203-207
- Asaad,M., B.A. Lologau, Nurjanani dan Warda. 2010. Kajian Pengendalian Penyakit Busuk Buah kakao *Phytophthora sp* menggunakan *Trichoderma* dan Kombinasinya dengan Penyarungan Buah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Makasar.
- Bailey BA, Bae H, Strem MD, Crozier J, Thomas SE, Samuels GJ, Vinyard BT, Holmes KA. 2008. Antibiosis, mycoparasitism, and colonization success for endophytic *Trichoderma* isolates with biological control potential in *Theobroma cacao*. Biol Control. 46:24–35.
- BPS (Badan Pusat Statistik) Propinsi Aceh, 2015. Aceh dalam Angka 2015. Luas Tanam, Luas Panen, Produksi Tanaman Kakao Povinsi Aceh.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2015. Statistik Perkebunan Indonesia. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Drenth A and Guest D.I. 2004. *Phytophthora* in the tropics. In: Drenth A and Guest D.I. (eds), Diversity and Management of *Phytophthora* in Southeast Asia. ACIAR Monograph 114, 238 p.
- Goes L.B, da Costa ABL, Freire LLC, de Oliveira NT, (2002), Randomly amplified polymorphic DNA of *Trichoderma* isolates and antagonism against *Rhizoctonia solani*, Brazilian Archives of Biology and Technology 45(2):151-160.
- Harman, G. E. K., C. R. Howell, A. Viterbo, I. Chet, and M. Lorito. 2004. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Review of Microbiology* 2: 43-56
- Harman, G. E., Petzoldt R., Comis A., Chen J. 2004. Interaction Between *Trichoderma harzianum* Strain T-22 and Maize Inbred Line Mo17 and Effects of These Interactions on Disease Caused by *Phytophthora ultimum* and *Colletotrichum Graminicola*. *Phytopathology*. 94: 147–153
- Harmel. R, and N. Nasir. 2008. Cacao in West Sumatra: Problem and solution. Collaboration Report of Project Uoutzending Managers Netherland and Genta NGO Padang. 32p

- Herre, E.A., L.C. Mejía, D.A. Kylo, E. Rojas, Z. Maynard, A. Butler, S.A. Van Bael. 2007. Ecological implications of anti-pathogen effects of tropical fungal endophytes and mycorrhizae. *Ecology* 88:550-558.
- Horst.W.J, Wang Y, Eticha D, 2005. The role of the root apoplast in aluminium-induced inhibition of root elongation and in aluminium resistance of plants: A review.
- Khan A. A, A. R. Sajjad, and T. Mc.Neilly . 2004. Assessment of Salinity Tolerance Based Upon Seedling Root Growth Response Functions in Maize (*Zea mays* L.). *Euphytica* 131:81-89.
- Lewis, J.A. and G.C. Papavizas. 1983. Production of Chlamydospores and Conidia by *Trichoderma* sp. In Liquid and Solid Growth Media. *Soil Biology and Biochemistry*, 15 (4): 351-357.
- Lilik, R. Wibowo, B.S., Irwan, C., 2010. Pemanfaatan Agens Antagonis dalam Pengendalian Penyakit Tanaman Pangan dan Hortikultura. <http://www.bbopt.litbang.deptan.go.id> akses 30 Agustus 2010
- Dayanti, L. 2013. Hubungan Intensitas Serangan *Phytophthora palmivora* Dengan Kehilangan Hasil Pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Kecamatan Ranah Batahan Kabupaten Pasaman Barat (Skripsi).
- Nurbailis. 1992. Pengendalian hayati *Sclerotium rolfsii* penyebab penyakit busuh pangkal batang kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) dengan kompos dan cendawan antagonis. Thesis Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwantisari, Susiana. 2007. Uji Potensi Kapang Antagonis *Trichoderma lignorum* Sebagai Agen Pengendali Hayati Kapang Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Utama Tanaman Kentang Laporan Penelitian. FMIPA Universitas Diponegoro Semarang.
- Suryani, D dan Zulfebriansyah, 2007. Komoditas Kakao : Potret Dan Peluang Pembiayaan. *Economic Review* No. 210 Desember 2007
- Susilo AW, Mangoendidjojo W, Witjaksono, Mawardi S. 2009. Pengaruh perkembangan umur buah beberapa klon kakao terhadap keragaan sifat ketahanan hama penggerek buah kakao. *Pelita Perkebunan*. 25:1-11.
- Umrah, 2009. Antagonisitas Dan Efektivitas *Trichoderma* sp Dalam Menekan Perkembangan *Phytophthora Palmivora* Pada Buah Kakao. *J. Agroland* 16 (1) : 9 - 16, Maret 2009. ISSN : 0854 – 641X.
- Yedidia I, Benhamou N, Kapulnik Y, Chet I, 2000. Induction and accumulation of PR protein activity during early stages of root colonization by the mycoparasite *Trichoderma harzianum* strain T-203. *Plant Physiol Bioch.* 38:863-873.