

KEEFEKTIFAN *Trichoderma* sp. DAN *Fusarium* NON PATOGENIK DALAM MENGENDALIKAN PENYAKIT BUSUK PUCUK VANILI BERWAWASAN LINGKUNGAN

Effectiveness of Trichoderma sp. and non-pathogenic Fusarium to Environmentally Control Vanilla Shoot Rot Disease

EFI TAUFIQ¹⁾, HASIM²⁾, BONNY PW SOEKARNO³⁾, M. SURAHMAN⁴⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi.
Jl. Raya Pakuwon, Parungkuda Sukabumi.

²⁾Departemen Biokimia, Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor,

³⁾Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

⁴⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

e-mail: efitaufig@pertanian.go.id

Diterima: 05-01-2017; Direvisi: 21-02-2017; Disetujui: 24-03-2017

ABSTRAK

Penyakit busuk pucuk vanili (BPV) merupakan salah satu penyakit penting vanili yang berpotensi mengurangi produksi vanili di Indonesia. Penyakit BPV di Indonesia umumnya merusak pembibitan, namun akibat perubahan iklim yang ekstrim, serangan penyakit BPV pada tanaman vanili dewasa di kebun mengalami peningkatan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui keefektifan *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* non patogenik (FusNP) dalam mengendalikan penyakit BPV di kebun vanili. Penelitian lapangan dilakukan di KP Sukamulya, Sukabumi mulai November 2015 - Juli 2016. Pengujian residu fungisida sintetik dilakukan di Laboratorium Residu Bahan Agrokimia Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Laladon Bogor. Penelitian terdiri atas lima perlakuan yaitu pemberian substrat *Trichoderma* sp. (T), penyemprotan suspensi konidia FusNP (F), kombinasi *Trichoderma* sp. dan FusNP (TF), fungisida sintetik mancozeb (M) dan kontrol (K). Perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK), tiap perlakuan diulang sebanyak lima kali. Variabel yang diamati adalah gejala dan keparahan penyakit, curah hujan, dan residu fungisida sintetik. Data dianalisis dengan Uji Tukey pada selang kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Trichoderma* sp. dan FusNP cukup efektif mengendalikan penyakit BPV di lapangan, setara dengan keefektifan fungisida sintetik yaitu kejadian penyakit berkisar 2 - 5%, sedangkan kontrol mencapai 32%. Perkembangan penyakit BPV dipengaruhi oleh curah hujan, semakin tinggi curah hujan semakin tinggi intensitas serangan penyakit BPV. Penggunaan fungisida sintetik secara intensif menyebabkan pencemaran lingkungan berupa residu pestisida pada daun, buah, dan tanah rizosfer vanili.

Kata kunci: busuk pucuk vanili, *Phytophthora capsici*, agens hayati.

ABSTRACT

Vanilla shoot rot disease (VSR) is one of important disease that potentially reduces Indonesia's vanilla production. The VSR disease is prevalently developing in the nursery, but due to the extreme climate change, the disease occurrence in the garden has increased recently. A present study was aimed to assess the effectiveness of *Trichoderma* sp. and non-pathogenic *Fusarium* (NPF) in controlling the VSR disease in the garden. An experiment was conducted in a vanilla garden at KP Sukamulya, Sukabumi November 2015 - July 2016. The study consisted of five treatments that were application of *Trichoderma* sp. substrate (T) onto the vanilla tips, spraying the conidial suspension of FusNP (F), a

combine application of *Trichoderma* sp. and FusNP (TF), synthetic fungicide mancozeb (M) and the control (K). The treatments were arranged in a randomized block design, replicated five times each. The variables measured were the incidence and severity of VSR diseases monthly, residue of synthetic fungicides and rainfall. The results showed that application of *Trichoderma* sp. and NPF reduced the disease severity of VSR 3% and 5% respectively than the one of control. While the fungicide application was 3% lower than the control. The VSR disease progress is affected significantly by rainfall period.

Keywords: vanilla shoot rot disease; *Phytophthora capsici*, bioagent.

PENDAHULUAN

Pengembangan tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrew.) di Indonesia banyak menghadapi kendala seperti sedikitnya varietas unggul, teknologi budidaya yang belum baik, serta serangan penyakit. Sistem budidaya vanili yang memerlukan pohon panjat dan naungan menyebabkan kebun vanili rawan terserang penyakit tanaman (Hernandez dan Lubinsky 2010). Penyakit utama pada vanili adalah penyakit busuk batang vanili (BBV) yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f.sp. *vanillae* (Tombe dan Liew, 2010; Pinaria et al., 2010). Di negara produsen vanili lainnya seperti kawasan Polynesia, busuk pucuk vanili (BPV) merupakan penyakit yang serius karena dapat menurunkan produksi dan menyebabkan kematian tanaman vanili muda (Tsao and Mu, 1987).

Menurut (Andriyani et al., 2008), penyakit BPV disebabkan oleh *Phytophthora capsici*. Pucuk yang terserang awalnya menunjukkan gejala nekrosis berwarna coklat kekuningan kemudian berkembang menjadi coklat tua, dan busuk. Serangan patogen BPV pada tanaman vanili dewasa dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sedangkan pada pembibitan dan tanaman muda dapat menurunkan kualitas bibit dan menyebabkan kematian

tanaman. Selain itu, bibit yang terinfeksi patogen BPV akan menjadi sumber inokulum bagi penyebaran penyakit BPV di kebun (Agrios, 2007).

Pengendalian penyakit BPV oleh petani pada umumnya dilakukan menggunakan fungisida sintetik. Selain mahal harganya, fungisida sintetik tidak efektif dan juga beresiko tinggi, karena meninggalkan residu dalam produk vanili yang berbahaya bagi konsumen serta dapat mengkontaminasi lingkungan. Oleh karena itu, perlu dicari metode pengendalian alternatif yang efektif dan ramah lingkungan. Salah satunya adalah pengendalian secara biologi menggunakan agens hayati.

Pemanfaatan agens hayati untuk mengendalikan berbagai penyakit tanaman sudah banyak diteliti, misalnya *Trichoderma* spp. untuk mengendalikan *Rhizoctonia solani* dan *Sclerotium rolfsii* (Elad et al., 1980; Kotasthane et al., 2014). Ogawa and Komada (1986) meneliti penggunaan *Fusarium oxysporum* non patogenik (FoNP) untuk menginduksi ketahanan tanaman ubi jalar terhadap penyakit busuk *Fusarium*. Tanaman tomat juga dapat ditingkatkan ketahanannya terhadap serangan patogen penyakit layu *Fusarium* dengan aplikasi FoNP pada bibit tomat (Fuchs et al. 1997; Horinouchi et al., 2001). Noveriza et al. (2005) melaporkan bahwa perendaman stek lada dalam suspensi konidia FoNP dan pengolesan FoNP formulasi tepung mampu mengurangi serangan *P. capsici* pada pembibitan lada lebih dari 50%.

Penelitian mengenai teknik pengendalian penyakit BPV di Indonesia masih sangat kurang. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian intensif untuk mendapatkan teknik pengendalian yang efektif dan ramah lingkungan. Hasil penelitian awal telah diperoleh 15 isolat FusNP yang mempunyai kemampuan menghambat perkembangan *in vitro* patogen BPV berkisar antara 37,5% hingga 56,6%. Penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan *Trichoderma* sp. dan FusNP dalam mengendalikan penyakit BPV.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Sukamulya, Sukabumi, pada Nopember 2015 hingga Juli 2016. Bahan yang digunakan adalah tanaman vanili klon 1 umur 5 bulan

yang baru ditanam di kebun, substrat *Trichoderma* sp., suspensi konidia FusNP dan fungisida sintetik dengan bahan aktif mancozeb. Percobaan disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) lima perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali dengan 20 tanaman setiap ulangan.

Bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel tanaman untuk analisis residu adalah pisau, gunting, *aluminium foil*, kantong plastik, kertas label dan spidol. Alat-alat yang digunakan dalam analisis residu adalah gas chromatography. (GC), pereaksi, dan bahan standar (bahan aktif).

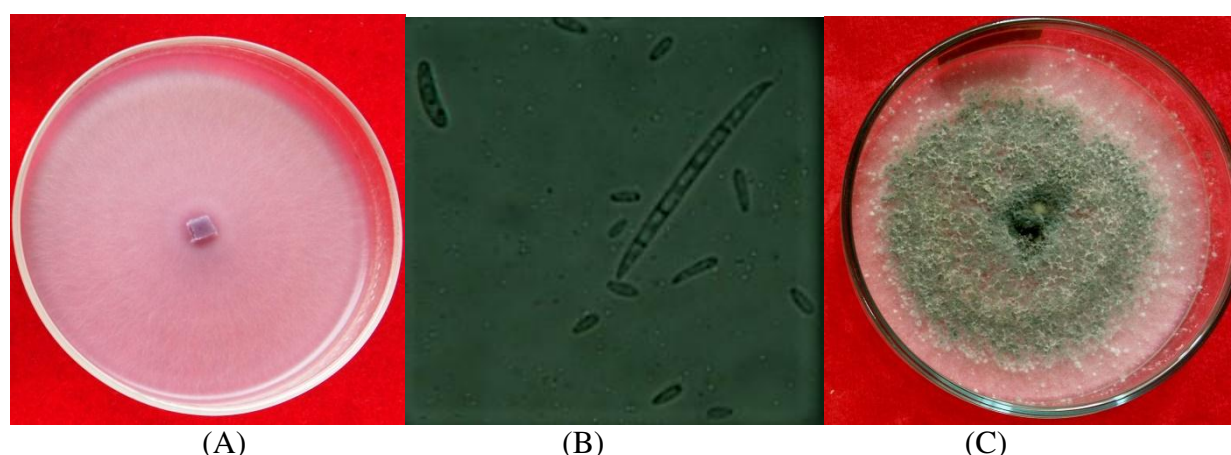
Pembuatan Substrat *Trichoderma* sp.

Suspensi konidia *Trichoderma* sp. dibuat dengan cara menyemprotkan air steril ke cawan petri berisi media PDA yang ditumbuhi *Trichoderma* sp. umur 3 hari menggunakan *handsprayer*, kemudian suspensi spora ditampung dalam erlemeyer. Dari sepuluh petri kultur *Trichoderma* sp. dijadikan 500 ml suspensi spora dengan menambahkan air steril. Setelah itu ditambahkan 500 ml larutan molase 1%, sehingga menjadi 1 liter suspensi spora *Trichoderma* sp., kemudian diinkubasi selama 7 hari.

Substrat dibuat dari campuran potongan alang alang dan kotoran kambing dengan perbandingan 4:1. Campuran alang alang dan kotoran kambing sebanyak 2 m³ disiram dengan 10 liter larutan suspensi *Trichoderma* sp. (1 liter suspensi spora diencerkan dengan 9 liter air sumur). Substrat ditutup plastik dan diinkubasi selama 15 hari sebelum digunakan.

Pembuatan Suspensi FusNP

Isolat FusNP koleksi Balittri pada media PDA dikulturkan dalam 200 ml media cair PDB sebanyak 10 erlemeyer dan digoyang pada *rotary shaker* selama 7 hari. Konidia dipanen dengan cara menyaring suspensi dari media PDB dengan kain kasa 3 lapis, supernatan disentrifugasi selama 5 menit pada 2500 rpm, kemudian cairan dibuang. Endapan konidia ditambahkan air steril sampai kerapatan 4x10⁷ konidia/ml sebanyak 100 ml (Leslie and Summerell, 2008). Suspensi konidia ditambahkan 900 ml larutan molase 1% sehingga menjadi 1 liter suspensi konidia FusNP, kemudian larutan tersebut diinkubasi selama 15 hari.



Gambar 1. Isolat FusNP pada cawan petri (A), Makro dan mikrokonidia FusNP (B), *Trichoderma* sp. (C) pada cawan petri.
Figure 1. Isolate Fus NP in petridish (A), Macro and microconidia FusNP (B), *Trichoderma* sp. (C) in petridish.

Pengujian Keefektifan *Trichoderma* sp. dan FusNP di Lapangan

Penelitian dilakukan pada tanaman vanili klon 1 yang baru dipindahkan ke lapangan selama 1 bulan. Lahan penanaman tergolong endemik penyakit BBV dan BPV. Sebelum penanaman dilakukan pemangkasan pohon penaung sedemikian rupa sehingga cahaya yang masuk hanya 20%. Semua tanaman uji diberi pupuk kandang sapi 1 kg/tanaman sebagai pupuk dasar.

Perlakuan yang diuji adalah:

- Pemberian substrat *Trichoderma* sp 1 kg/pohon (label T),
- Penyiraman 50 ml suspensi konidia FusNP (kepadatan populasi 10^7 cfu/ml) ke perakaran vanili (label F),
- Pemberian substrat *Trichoderma* sp. 1 kg/pohon dan penyiraman 50 ml suspensi konidia FusNP (kepadatan populasi 10^7 cfu/ml) ke perakaran vanili (label TF),
- Penyemprotan mancozeb 2 gr/liter ke seluruh tanaman setiap minggu selama enam bulan (label M).
- kontrol (tanaman hanya disiram air).

Rancangan penelitian adalah rancangan acak kelompok, setiap perlakuan terdiri dari 20 tanaman vanili pada blok berukuran 3 x 10 m. Setiap perlakuan diulang lima kali. Variabel yang diamati adalah kejadian dan keparahan penyakit BPV, analisa residu pestisida pada tanaman dan tanah rizosfer. Selama percobaan juga diamati data curah hujan, suhu dan kelembaban di sekitar tanaman uji.

Untuk pengujian daya hambat *in vivo* *Trichoderma* sp. dan FusNP., peubah yang diamati adalah persentase kejadian penyakit dan keparahan penyakit. Persentase kejadian penyakit dihitung menggunakan rumus:

$$KjP = (a/b)100\%$$

Keterangan:

KjP = Kejadian penyakit (%)

A = Jumlah tanaman yang menunjukkan gejala sakit pada satu perlakuan

B = Jumlah tanaman pada perlakuan yang sama

Keparahan penyakit BPV dihitung menggunakan formula Townsend dan Heijberger (1943) dalam Sinaga (2006), sebagai berikut:

$$IP = \frac{\sum (n_i v_i)}{NV} \times 100\%$$

Keterangan: IP = intensitas penyakit

n_i = jumlah tanaman dengan skor ke-i

v_i = nilai skor penyakit ke-i

N = jumlah tanaman yang diamati

V = nilai skor tertinggi

Berdasarkan skoring (Taufiq, 2012) sebagai berikut:

0 = tanaman sehat, tidak ada gejala sama sekali.

1 = panjang nekrosis ≤ 2 cm

2 = panjang nekrosis >2 cm, tapi ≤ 3 cm

3 = panjang nekrosis >3 , tapi ≤ 5 cm, pucuk masih tegak

4 = panjang nekrosis ≤ 5 cm, tapi pucuk sudah terkulai

5 = panjang nekrosis > 5 cm, pucuk sudah terkulai

Pengujian Residu Pestisida

Pengujian dilakukan terhadap sampel tanaman dan tanah yang diambil dari area penelitian yaitu perlakuan M yang intensif menggunakan fungisida sintetik mancozeb, dibandingkan sampel tanaman dan tanah pertanian organik yang menggunakan agens hayati *Trichoderma* sp. dan FusNP. Sampel tanah dan tanaman dianalisis kandungan residu fungisida sintetik menggunakan GC dan ditentukan nilai residu fungisida sintetik sesuai standar Badan Standarisasi Nasional (BSN) SNI No.7313-2008 tentang Batas Maksimum Residu (BMR) pestisida pada hasil pertanian (Nasional, 2008).

Sampel ditimbang sebanyak 25 g, dimasukkan ke dalam labu bundar 300 ml dan ditambahkan aseton 100 ml. Labu bundar dikocok selama 20 menit, didiamkan selama 5 menit, kemudian dikocok kembali selama 20 menit. Labu diletakkan pada standar labu, dibiarkan sampai terjadi pemisahan antara pelarut dengan sampel. Pelarut diambil dengan pipet sampai habis, sampel dievaporasi hingga tersisa ekstrak 1 ml, ditambahkan n-Heksan 50 ml, kemudian dimurnikan dengan cara melewati larutan sampel pada kolom kromatografi yang berisi florisisil 3 g dan sodium sulfat anhidrat, selanjutnya dievaporasi kembali sampai tersisa 1 ml. Tabung dibilas dengan aseton secara bertahap dan ditampung dalam tabung uji sampai volume 10 ml. Larutan siap dianalisis menggunakan GC dan kurva yang muncul dibandingkan dengan standar (Nasional, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Penyakit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan yang diuji mampu menghambat perkembangan penyakit BPV, baik persentase kejadian dan keparahan penyakit maupun jumlah tanaman yang mati terinfeksi patogen BPV (Tabel 1). Kejadian dan keparahan penyakit tanaman vanili yang mendapat perlakuan agens hayati dan fungisida sintetis jauh lebih rendah dibandingkan kontrol. Begitu juga dengan kematian tanaman vanili yang persentasenya sangat rendah. Tanaman vanili yang terserang patogen BPV tidak semuanya mati, tergantung pada umur jaringan tanaman dan panjang batang vanili. Bila pada saat terinfeksi patogen BPV panjang batang lebih dari 20 cm, maka jaringan tanaman sudah cukup tua, kemungkinan besar tanaman vanili masih mampu bertahan hidup dan muncul tunas baru dari salah satu mata tunas yang ada. Namun, apabila pada saat terserang panjang batang kurang dari 20 cm, umumnya jaringan tanaman masih muda, kemungkinan besar tanaman mati, terutama bila kondisi lingkungan optimum untuk perkembangan patogen BPV (Gambar 2).

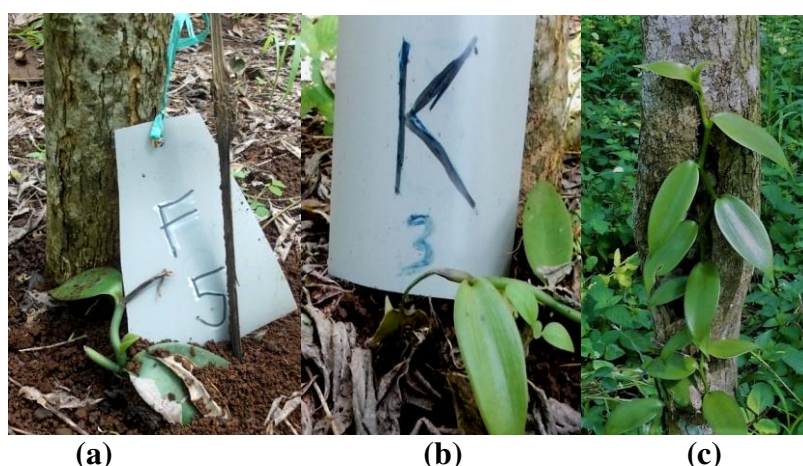
Tabel 1. Rataan kejadian dan keparahan penyakit BPV pada tanaman vanili 8 minggu setelah aplikasi agens hayati dan fungisida sintetis

Table 1. Mean incidence and severity of vanilla shoot rot disease 8 weeks after the application of biological agents and synthetic fungicides

Perlakuan Treatment	Kejadian Penyakit Disease Incidence (%)	Skoring Scoring	Keparahan Penyakit Disease Severity (%)	Kematian tanaman Plant death (%)
Trichoderma sp. (T)	3,0b	5	3,0b	2,0b
Fus NP (F)	5,0b	5	5,0b	4,0b
T + F	2,0b	5	3,0b	2,0b
Mancozeb	3,0b	5	3,0b	3,0b
Kontrol	32,0a	5	32,0a	15,0a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Note: Means followed by the same letter on same column are not significantly different according to the Tukey test at 5%



Gambar 2. Tanaman vanili muda terinfeksi *P. capsici* pada perlakuan Fus NP (a), dan kontrol (b), tanaman sehat pada perlakuan *Trichoderma* sp. (c).

Figure 2. Vanilla plant infected *P. capsici* on FusNP treatment (a), Control (b), and health plant on *Trichoderma* sp. treatment (c).

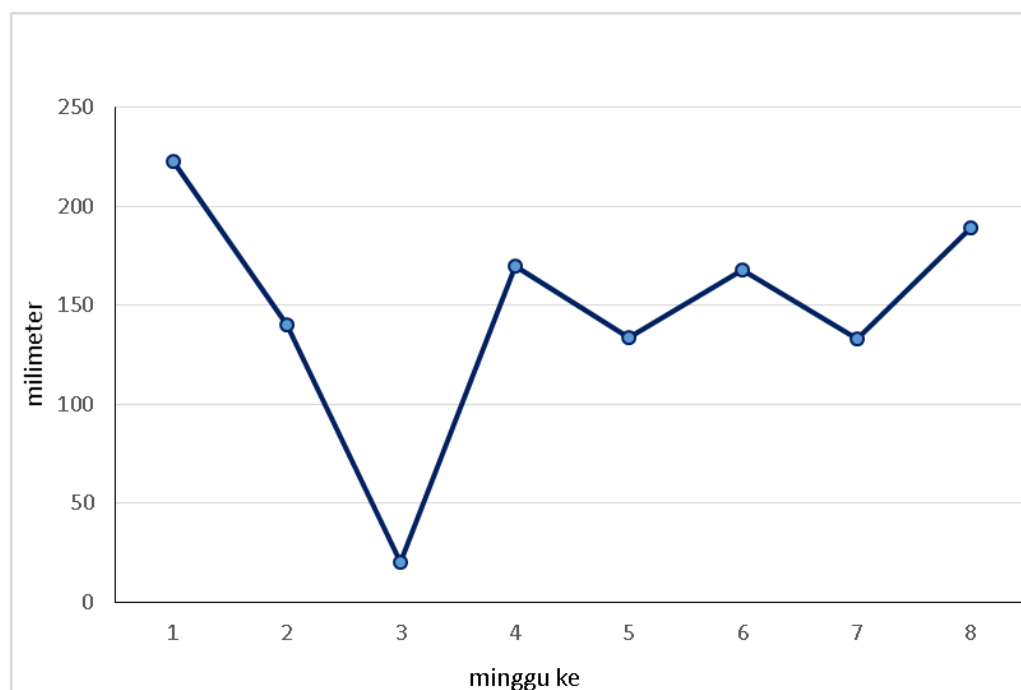
Pucuk yang terinfeksi patogen BPV akan busuk kecokelatan mulai dari bagian atas, kemudian menjalar ke bagian bawah yaitu pada bagian daun dan batang muda dan sukulen, umumnya sepanjang 10 – 15 cm dari pucuk, lalu perkembangan penyakit akan berhenti dengan sendirinya pada bagian tanaman yang cukup tua, sehingga tanaman vanili yang sulurnya panjang akan terhindar dari kematian tanaman (Gambar 2). Apabila kondisi lingkungan cukup lembab, akan tumbuh tunas baru dari ketiak daun, dan tunas tersebut akan terinfeksi kembali oleh patogen BPV sehingga perkembangan akan terhambat, walaupun tanaman tidak sampai mati.

Kejadian penyakit menggambarkan jumlah tanaman yang terinfeksi patogen (kuantitas), tanpa melihat efek kerusakan terhadap tanaman (kualitas), sehingga angka kejadian penyakit lebih besar nilainya dibandingkan keparahan penyakit, tapi ada juga yang sama nilainya. Nilai kejadian penyakit yang tinggi tidak menggambarkan kerugian yang besar bagi tanaman vanili, karena tidak semuanya mematikan tanaman, namun tetap merugikan bagi tanaman vanili karena pertumbuhan tanaman sangat terhambat dan menjadi sumber inokulum penyakit BPV di kebun vanili.

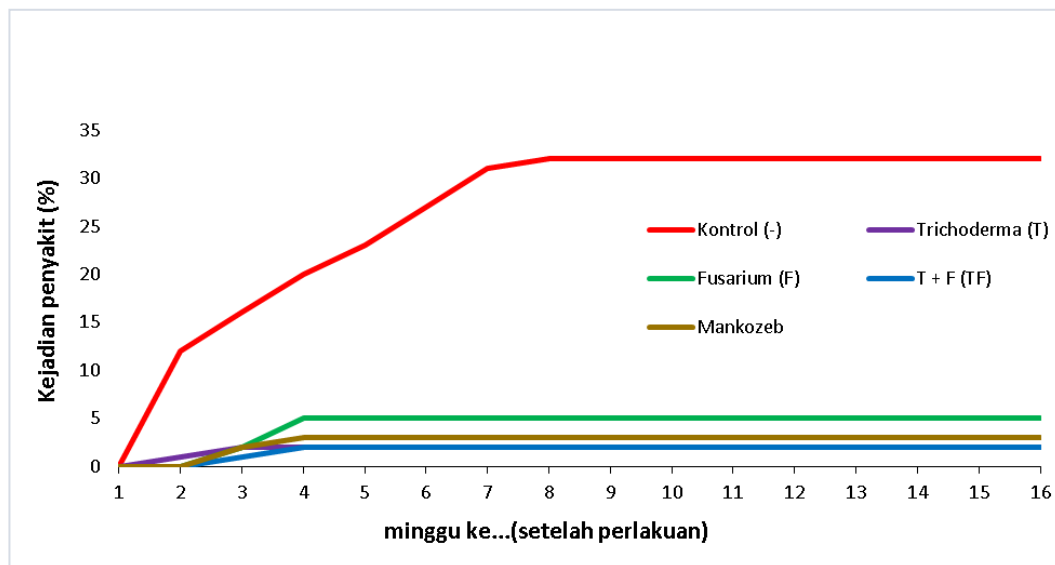
Pada hampir semua tanaman, awal penanaman bibit di lapangan adalah saat kritis terhadap gangguan hama dan penyakit karena tanaman umumnya masih stress dan lemah ketika mulai beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Tanaman yang diberi perlakuan agens hayati dan fungisida sintetik awalnya sudah terinfeksi patogen BPV yang

endemik di lahan penelitian, namun infeksi tidak berkembang lebih lanjut sehingga tidak menyebar ke tanaman sekitarnya, dan nilai kejadian penyakit tetap rendah dibandingkan kontrol.

Sejak awal penanaman, curah hujan cukup tinggi dan stabil. Kondisi ini cukup optimal untuk perkembangan patogen BPV, terbukti dengan semakin banyaknya tanaman vanili kontrol yang terinfeksi patogen BPV (Gambar 4). Pada minggu 1 – 8, kondisi lahan juga masih bersih dari gulma, sehingga patogen mudah menyebar dengan bantuan air hujan, namun setelah minggu ke 8, gulma mulai tumbuh dan menyulitkan pergerakan patogen BPV, sehingga penyebaran patogen terhambat, terlihat dengan nilai kejadian penyakit yang stabil dan stagnan sampai minggu berikutnya walaupun curah hujan masih cukup tinggi. Hal ini membuktikan bahwa adanya gulma dapat menghambat penyebaran patogen BPV dengan cara mengurangi percikan tanah ke tanaman dan menghambat aliran air di kebun (Hernández and Lubinsky, 2010). Inokulum patogen BPV dapat berupa potongan miselia, sporangia, zoosporangia dan oosporangia (Erwin, 1996; Agrios, 2007). Zoosporangia yang keluar dari sporangium aktif bergerak pada genangan air hujan di tanah dan lapisan film air pada tanaman karena memiliki alat gerak berupa flagel. Pada musim hujan perkembangan penyakit akibat serangan *Phytophthora* umumnya sangat cepat dan dapat menyebabkan kematian tanaman pada budidaya cabai merah dan tomat.



Gambar 3. Perkembangan kejadian penyakit BPV sejak bibit vanili ditanam di kebun
 Figure 3. The development of vanilla shoot rot disease since vanilla seeds planted in the garden



Gambar 4. Perkembangan curah hujan sejak penanaman bibit vanili sampai minggu ke 8.

Figure 4. Development of rainfall since planting vanilla until 8th week.

Ada beberapa mekanisme penghambatan perkembangan patogen BPV oleh fungisida sintetik dan agens hayati yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa toksin dan antibiotik yang meracuni patogen, serta kompetisi nutrisi dan kolonisasi akar antara agens hayati dan patogen BPV. Mankozeb adalah salah satu bahan aktif fungisida sintetik yang bersifat toksik yang meracuni patogen BPV, namun agens hayati dari genus *Trichoderma* sp. juga menghasilkan berbagai antibiotik dan senyawa anti mikroba yang mampu menghambat perkembangan patogen (Soesanto and Rahayunia, 2011; Sadykova et al., 2015).

Bailey et al. (2006) melaporkan bahwa *Trichoderma* sp. mampu menghambat perkembangan *Phytophthora palmivora* patogen penyakit busuk buah kakao dengan berbagai mekanisme yaitu menghasilkan zat antibiosis, mikoparasit dan kolonisasi akar tanaman kakao. Bae et al. (2011) melaporkan bahwa *Trichoderma* sp. endofit mampu menginduksi ketahanan tanaman cabai sehingga mampu terhindar dari serangan *Phytophthora capsici*.

Berbagai senyawa anti mikroba yang sudah berhasil diisolasi dan diidentifikasi adalah Viridifungin A (VFA) yang diisolasi dari *T. Viride* (El-Hasan et al., 2009), Peptaibols diisolasi dari *T. asperellum* TR356 Brito et al., 2014) dan Trichorzianol diisolasi dari *T. harzianum* F031 (Jeerapong et al., 2015). Senyawa anti mikroba tersebut umumnya mempunyai spektrum luas, artinya mampu menghambat perkembangan berbagai jenis patogen.

Mekanisme penghambatan patogen oleh FusNP umumnya berupa kompetisi ruang dan nutrisi serta menginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen (Mandeel, 2007; Isniah and Widodo, 2015). Nel et al. (2006) melaporkan bahwa FoNP yang secara *invitro* daya hambatnya rendah, ternyata mampu menginduksi ketahanan tanaman pisang terhadap patogen penyakit layu pisang pada saat diaplikasikan pada bibit pisang sebelum ditanam pada

lahan endemik penyakit layu pisang. Nurbaiis et al. (2015) berhasil mengisolasi cendawan antagonis terhadap patogen penyakit layu pada tanaman jahe dari rizosfer tanaman jahe. FoNP yang mengkolonisasi akar mengekresikan exudat yang mampu menghambat perkecambahan konidia *Fusarium* patogenik sehingga tidak berkembang dan mengganggu tanaman inangnya (Mandeel, 2006). FusNP juga terbukti mampu menghambat serangan penyakit rebah kecambah pada tanaman terong (*Solanaceae*) (Muslim, 2015).

Reaksi tanaman vanili terhadap perlakuan aplikasi agens hayati berupa *Trichoderma* sp. spp dan FusNP bervariasi tergantung klon tanaman yang diuji. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Koyyappurath et al. (2015) bahwa klon atau aksesi vanili menunjukkan respon yang bervariasi pada saat terinfeksi patogen busuk akar maupun kolonisasi oleh FusNP.

Residu Fungisida Sintetik

Hasil analisis residu fungisida sintetik pada daun dan buah vanili, serta rizosfer sekitar tanaman vanili menunjukkan bahwa aplikasi mancozeb 2 g/L air yang dilakukan seminggu sekali masih meninggalkan residu mancozeb pada daun dan buah vanili, serta tanah rizosfer vanili (Tabel 2), walaupun aplikasi fungisida sudah dihentikan 15 dan 30 hari sebelum sampel tanaman dan tanah dianalisis. Sedangkan kemampuan melindungi tanaman vanili dari infeksi patogen BPV tidak berbeda nyata dengan pemberian agens hayati. Berarti perlakuan agens hayati dapat digunakan sebagai pengganti penggunaan mancozeb untuk melindungi tanaman vanili dari infeksi *P. capsici*. Pemanfaatan agens hayati memiliki keunggulan yang lain yaitu biaya lebih murah dan lebih ramah lingkungan, karena memanfaatkan mulsa dari serasah tanaman.

Tabel 2. Data residu fungisida sintetik mancozeb pada tanah dan daun vanili
 Table 2. Data synthetic fungicide mancozeb residue on the soil and vanilla leaves

Perlakuan <i>Treatment</i>	Sampel <i>Sample</i>	(mg/kg sampel)	
		15 (hsa)* 15 (daa)**	30 (hsa) 30 (daa)
Trichoderma sp. (T)	Daun/leaf	0	0
	Tanah/soil	0	0
Fusarium (F)	Daun/leaf	0	0
	Tanah/soil	0	0
T + F (TF)	Daun/leaf	0	0
	Tanah/soil	0	0
Mancozeb	Daun/leaf	0.156	0.049
	Tanah/soil	0.022	0.011

Keterangan: *) hari setelah aplikasi

Note : **) day after application

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanaman yang diaplikasi fungisida sintetik meninggalkan residu pada daun, buah dan tanah, walaupun curah hujan cukup tinggi pada saat penelitian (Tabel 2). Nilai residu fungisida sintetik pada daun dan buah vanili sebetulnya masih cukup rendah, namun sudah lebih tinggi daripada batas maksimum residu (BMR) pada daging buah melon yaitu mancozeb 0,049 mg/kg sampel. Residu mancozeb pada buah vanili yang dianalisis 15 hari setelah aplikasi fungisida sintetik terakhir adalah 0,177 mg/kg sampel. Apabila dibandingkan dengan nilai BMR pada anggur, bayam, tomat yaitu 0,5 mg/kg sampel (Nasional, 2008), maka nilai residu fungisida pada vanili masih lebih rendah. Pada vanili belum ditentukan nilai BMR mancozeb, namun karena vanili tidak dikonsumsi langsung seperti anggur, bayam dan tomat, maka nilai residu hasil pengujian ini masih cukup aman. Vanili umumnya diekstrak terlebih dahulu, baru dijadikan campuran pewangi makanan atau minuman.

Mancozeb merupakan fungisida sintetik generasi baru yang mudah terdegradasi lingkungan. Nilai residu pada pengujian 30 hari setelah aplikasi (hsa) pada daun sebesar 0,049 mg/kg sampel dan di tanah hanya 0,011 mg/kg sampel dan jauh lebih rendah dibandingkan hasil analisis pada 15 hsa, yaitu di daun sebesar 0,156 mg/kg sampel dan di tanah sebesar 0,022 mg/kg sampel, sehingga waktu paruh mancozeb di tanah adalah 50%, dan di daun sebesar 58,97% (Tomlin, 2009).

KESIMPULAN DAN SARAN

Trichoderma sp. dan FusNP cukup efektif mengendalikan penyakit BPV di lapangan setara dengan keefektifan fungisida sintetik dengan kejadian penyakit sekitar 3,0%, sedangkan kontrol mencapai 32,0%.

Penggunaan fungisida sintetik secara intensif meninggalkan residu pestisida pada daun dan buah vanili serta tanah rizosfer vanili. Walaupun angka residunya 0,049 mg/kg sampel, masih lebih rendah dari BMR untuk tanaman anggur, bayam dan tomat yaitu 0,5 mg/kg sampel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesediaan Prof. Dr. Ir. Mesak Tombe untuk menjadi mitra bestari dan mengijinkan penggunaan isolat *Fusarium oxysporum* non patogenik isolat F10AM dalam uji in vivo di pembibitan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios (2007). *Plant Pathology 5th ed.* 1. Academic Press. New York.
- Andriyani, N., Wahyuno, D., Manohara, D. & Gunawan, A.W. (2008). *Pythophthora capsici* penyebab busuk vanili di Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*. 5, 227–234.
- Bae, H., Roberts, D.P., Lim, H.-S., Strem, M.D., Park, S.-C., Ryu, C.-M., Melnick, R.L. & Bailey, B.A. (2011). Endophytic *Trichoderma* isolates from tropical environments delay disease onset and induce resistance against *Phytophthora capsici* in hot pepper using multiple mechanisms. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 24 (3), Am Phytopath Society, 336–351.
- Bailey, B.A., Bae, H., Strem, M.D., Roberts, D.P., Thomas, S.E., Crozier, J., Samuels, G.J., Choi, I.-Y. & Holmes, K.A. (2006). Fungal and plant gene expression during the colonization of cacao seedlings by endophytic isolates of four *Trichoderma* species. *Planta*. 224 (6), Springer, 1449–1464.
- Brito, J.P., Ramada, M.H., de Magalhães, M.T., Silva, L.P. & Ulhoa, C.J. (2014). Peptaibols from *Trichoderma asperellum* TR356 strain isolated from Brazilian soil. *SpringerPlus*. [Online] 3, 600. Available from: doi:10.1186/2193-1801-3-600.
- El-Hasan, A., Walker, F., Schöne, J. & Buchenauer, H. (2009). Detection of viridifungin A and other antifungal metabolites excreted by *Trichoderma harzianum* active against different plant pathogens. *European Journal of Plant Pathology*. [Online] 124 (3), 457–470. Available from: doi:10.1007/s10658-009-9433-3.

- Elad, Y., Chet, I. & Katan, J. (1980). *Trichoderma harzianum*: A biocontrol agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology*. 70 (2), 119–121.
- Erwin, D.C. (1996). *Phytophthora diseases worldwide*.
- Fuchs, J.-G., Moënné-Loccoz, Y. & Défago, G. (1997). Nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 induces resistance to *Fusarium* wilt in tomato. *Plant Disease*. 81 (5), Am Phytopath Society, 492–496.
- Hernández, H.J. & Lubinsky, P. (2010). Cultivation systems. In: *Vanilla*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL. pp.75–95.
- Horinouchi, H., Watanabe, H., Taguchi, Y., Muslim, A. & Hyakumachi, M. (2011). Biological control of *Fusarium* wilt of tomato with *Fusarium equiseti* GF191 in both rock wool and soil systems. *BioControl*. [Online] Available from: doi:10.1007/s10526-011-9369-3.
- Isniah, U.S. & Widodo, W. (2015). Eksplorasi *Fusarium* Nonpatogen untuk Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal pada Bawang Merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 11 (1), 14.
- Jeerapong, C., Phupong, W., Bangrak, P., Intana, W. & Tuchinda, P. (2015). *Trichoharzianol*, a New Antifungal from *Trichoderma harzianum* F031. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. [Online] 63 (14), 3704–3708. Available from: doi:10.1021/acs.jafc.5b01258.
- Kotasthane, A., Agrawal, T., Kushwah, R. & Rahatkar, O. V. (2014). In-vitro antagonism of *Trichoderma* spp. against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani* and their response towards growth of cucumber, bottle gourd and bitter gourd. *European Journal of Plant Pathology*. [Online] 141 (3), 523–543. Available from: doi:10.1007/s10658-014-0560-0.
- Koyyappurath, S., Conéjéro, G., Dijoux, J.B., Lapeyre-Montès, F., Jade, K., Chiroleu, F., Gatineau, F., Verdeil, J.L., Besse, P. & Grisoni, M. (2015). Differential responses of vanilla accessions to root rot and colonization by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-vanillae*. *Frontiers in plant science*. 6, Frontiers Media SA.
- Leslie, J.F. & Summerell, B.A. (2008). *The Fusarium laboratory manual*. John Wiley & Sons.
- Mandeel, Q.A. (2006). Influence of plant root exudates, germ tube orientation and passive conidia transport on biological control of *Fusarium* wilt by strains of nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. *Mycopathologia*. 161 (3), Springer, 173–182.
- Mandeel, Q.A. (2007). Modeling competition for infection sites on roots by nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum*. *Mycopathologia*. 163 (1), Springer, 9–20.
- Muslim, A. (2015). *Fusarium* Nonpatogen sebagai Agens Hayati Penyakit Rebah Kecambah pada Tanaman Terung. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 11 (1), 23.
- Nasional, B.S. (2008). Batas maksimum residu pestisida pada hasil pertanian. *SNI*. 7313 (2008), 70–79.
- Nel, B., Steinberg, C., Labuschagne, N. & Viljoen, A. (2006). The potential of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* and other biological control organisms for suppressing *Fusarium* wilt of banana. *Plant Pathology*. 55 (2), Wiley Online Library, 217–223.
- Noveriza, R., Tombe, M., Rialdy, H. & Manohara, D. (2005). Aplikasi *Fusarium Oxysporum* Non Patogenik (FONP) Untuk Menginduksi Ketahanan Bibit Lada Terhadap *Phytophthora capsici* L. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 16 (1).
- Nurbailis, N., Winarto, W. & Panko, A. (2015). Penapisan Cendawan Antagonis Indigenos Rizosfer Jahe dan Uji Daya Hambatnya terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 11 (1), 9.
- Ogawa, K. & Komada, H. (1986). Induction of systemic resistance against *Fusarium* wilt of sweet potato by non-pathogenic *Fusarium oxysporum*. *Japanese Journal of Phytopathology*. 52 (1), The Phytopathological Society of Japan, 15–21.
- Pinaria AG, Liew E, Urges LW. (2010). *Fusarium* sp. Associated with vanilla stem rot in Indonesia. *Australian Plant Pathology* 39. 176-83.
- Sadykova, V.S., Kurakov, a. V., Kuvarina, a. E. & Rogozhin, E. a. (2015). Antimicrobial activity of fungi strains of *Trichoderma* from Middle Siberia. *Applied Biochemistry and Microbiology*. [Online] 51 (3), 355–361. Available from: doi:10.1134/S000368381503014X.
- Sinaga, M.S. (2006). *Dasar-dasar ilmu penyakit tumbuhan*. Penebar Swadaya. Jakarta. 153.
- Soesanto, L. & Rahayunia, R.F. (2011). Pengimbasan ketahanan bibit pisang Ambon Kuning terhadap penyakit layu *Fusarium* dengan beberapa jamur antagonis. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*. 9 (2), 130–140.
- Taufiq, E. (2012). Pemanfaatan *Trichoderma* Spp. Untuk Mengendalikan Penyakit Busuk Pucuk Vanili di Pembibitan: Isolasi, Seleksi, dan Bioassay. *Buletin RISTRI*. 3 (1), 49–56.
- Tombe, M. Liew E CY. (2010). *Fungal Diseases of Vanilla*. (Eds) Odoux, E Crioni M, (Vanilla : Medicinal and Aromatic plant, profile 47). CRC Press. Boca Raton. USA. Page 125-140.
- Tomlin, C.D.S. (2009). *The pesticide manual: a world compendium*. (Ed. 15), British Crop Production Council.
- Tsao, P.H. & Mu, L. (1987). *Involvement Of Phytophthora In Vanilla Root-Rot*. In: *Phytopathology*. 77 (12), p.1704.