

Potensi *Fusarium* Non Patogenik untuk Mengendalikan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* pada Tanaman Pisang Barangan

Potency of Non Pathogenic Fusarium to Control Fusarium oxysporum f. sp. cubense in Barangan Cultivar

Aulia Aghna, Lisnawita*, Lahmuddin

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan 20155

*Corresponding author : itamuis@yahoo.com

ABSTRACT

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* (Foc) is one of the important pathogens causing fusarium wilt on banana plants. This pathogen reduces the productivity of banana plants and cause more than 35 % of dead banana plant. The disease management has been done from chemical control to biological control. The use of Non Pathogenic Fusarium (FoNP) in some plants is quite effective in suppressing fusarium wilt disease. The aim of this research was to know the potency of FoNP isolates E3 and E5 (BALITTRO, Bogor) which were applied on barangan cultivar 'barangan' to control fusarium wilt disease. The method of this research was Randomized Complete Design Factorial with two isolates of FoNP; i.e. E5 and E3. Application was conducted by immersing the banana seeds with the fungal inoculum. Conidia suspension (10^6 conidia/ ml) and FoNP metabolites were used, with or without pathogen with the following treatments: P1 : conidia suspension E5 with Foc; P2 : conidia suspension E3 with Foc; P3 : conidia suspension E5 without Foc; P4 : conidia suspension E3 without Foc; P5 : metabolite E5 with Foc; P6 : metabolite E3 with Foc; P7 : metabolite E5 without Foc; P8: metabolite E3 with Foc; P9 : Foc; P10 : without Foc. The results showed that there was no symptoms caused by Foc on leaves or banana herbs in the field. In the *in vitro* experiments, Non Pathogenic Fusarium isolates E5 and E3 could inhibit the growth of Foc with the inhibiting zone was 29.16 % and 19.22 % respectively.

Keywords: Barangan Cultivar, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, non pathogenic fusarium, fusarium wilt disease.

ABSTRAK

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* (Foc) merupakan salah satu jamur patogen penting penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman pisang. Patogen ini mampu menurunkan produktivitas tanaman pisang dan menyebabkan lebih dari 35% tanaman pisang mati. Pengendalian telah dilakukan mulai dari pengendalian kimia hingga hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi FoNP isolat E3 dan E5 (asal BALITTRO, Bogor) yang diaplikasikan pada tanaman pisang barangan dalam mengendalikan penyakit layu fusarium. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan 2 isolat FoNP yaitu E5 dan E3. Aplikasi dilakukan dengan cara perendaman. Masing – masing isolat digunakan suspensi konidia (10^6 konidia/ ml) dan metabolit FoNP, ada atau tanpa patogen dengan perlakuan sebagai berikut : P1 : suspensi konidia E5 + Foc; P2 : suspensi konidia E3 + Foc; P3 : suspensi konidia E5 tanpa Foc; P4 : suspensi konidia E3 tanpa Foc; P5 : metabolit E5 + Foc; P6 : metabolit E3 + Foc; P7 : metabolit E5 tanpa Foc; P8 : metabolit E3 tanpa Foc; P9 : Foc; P10: tanpa Foc. Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya gejala yang ditimbulkan oleh Foc pada daun maupun bonggol tanaman pisang barangan dilapangan. Pada percobaan *in vitro* diketahui fusarium non patogenik isolat E5 dan E3 dapat menghambat pertumbuhan Foc dengan daerah hambat masing – masing adalah sebesar 29,16 % dan 19,22 %.

Kata kunci: Pisang Barangan, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, fusarium non patogenik, penyakit layu fusarium.

PENDAHULUAN

Pisang (*Musa spp.*) adalah salah satu komoditas buah unggulan di Indonesia. Hal ini mengacu pada besarnya luas panen dan produksi pisang yang selalu menempati posisi pertama. Selain besarnya luas panen dan produksi pisang, Indonesia juga merupakan salah satu sentra primer keragaman pisang. Lebih dari 200 jenis pisang terdapat di Indonesia, yang memberikan peluang untuk pemanfaatan dan komersialisasi pisang sesuai kebutuhan konsumen (Departemen Pertanian, 2005).

Berdasarkan Angka Tetap (ATAP) tahun 2013 produksi pisang mencapai 6,28 juta ton. Untuk wilayah Asia, Indonesia termasuk penghasil pisang terbesar karena 50% produksi pisang Asia dihasilkan oleh Indonesia. Hampir seluruh wilayah Indonesia merupakan daerah penghasil pisang karena didukung oleh iklim yang sesuai. Pengembangan dan persebaran pisang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain iklim, media tanam dan ketinggian tempat. Namun demikian 90% produksi pisang masih digunakan untuk konsumsi dalam negeri, sedangkan untuk ekspor hanya 10% (Suhartanto *et al.*, 2008).

Pisang barangan (*Musa paradisiaca*) merupakan salah satu varietas pisang yang telah dibudidayakan di Indonesia. Tanaman pisang barangan termasuk tanaman yang tidak sulit dibudidayakan, walaupun demikian ia tetap membutuhkan perawatan untuk pertumbuhannya agar mendapatkan hasil yang optimal (Djaenuddin *et al.*, 2012).

Pengembangan pisang barangan di Indonesia mengalami hambatan yaitu adanya serangan hama dan penyakit. Salah satu penyakit penting dan utama pada tanaman pisang (barangan) di Indonesia adalah penyakit layu fusarium yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc). Penyakit ini dapat menurunkan produktivitas pisang barangan lebih dari 35% (Srujianto, 2013), bahkan pada serangan yang berat dapat mematikan (Djaenuddin *et al.*, 2012).

F. oxysporum f. sp. *cubense*. (Foc) pertama kali ditemukan di Queensland, Australia oleh Bancroft pada tahun 1876. Patogen ini tersebar di seluruh pertanaman pisang di daerah tropika termasuk Indonesia. Sampai tahun 1997, penyakit tersebut menyebabkan kerusakan pada tanaman pisang barangan di Sumatera Barat (10 ha) dan di Sumatera Utara (50 ha), dan pada pisang Cavendish di Jambi (50 ha), di Riau (300 ha), di Lampung (1.700 ha), dan di Halmahera (3.000 ha) (Nasir & Jumjunidang 2003, Nasir *et al.* 2005). Hermanto *et al.* (2009) melaporkan hasil survei yang dilakukan di 16 provinsi di Indonesia bahwa *Foc* telah menyebar mulai dari NAD sampai ke Papua.

Pengendalian patogen di dalam tanah secara kimia terbukti tidak efektif, oleh karena itu perlu dicari cara lain agar perkembangan patogen dapat ditekan dan mudah dilakukan petani, antara lain dengan pemupukan kalium, penanaman varietas toleran, dan pengendalian hayati. Pengendalian hayati patogen tular tanah merupakan pendekatan alternatif yang perlu dikembangkan, sebab relatif murah dan mudah dilakukan, serta bersifat ramah lingkungan (Saragih dan Silalahi, 2006).

Salah satu mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai agens pengendali hayati adalah fusarium non patogenik (FoNP). Fusarium non patogenik merupakan jamur yang tidak menimbulkan penyakit pada tanaman. Fusarium non patogenik mempunyai sifat asosiasi dengan tanaman inang yang tinggi, kemampuan saprofitik sedang dan mudah diperbanyak. Penggunaan fusarium non patogenik pada beberapa tanaman cukup efektif dalam menekan penyakit karena *Fusarium* sp. (Wiyono 2009). Preinokulasi tanaman inang dengan menggunakan fusarium non patogenik akan mengurangi tingkat keparahan penyakit ketika tanaman inang diinokulasi dengan patogen (Soesanto, 2008).

Pengendalian penyakit layu fusarium pisang dengan fusarium non patogenik telah berhasil dilakukan pada kultivar pisang ambon di rumah kaca. Untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengendalian

penyakit layu fusarium dengan fusarium non patogenik pada tanaman pisang barangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi fusarium non patogenik dalam mengendalikan *F. oxysporum* f. sp. *cubense* pada tanaman pisang barangan

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kassa, Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Penelitian dilaksanakan dari Bulan April 2016 sampai Juni 2017.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 2 isolat FoNP yaitu E5 dan E3 (asal BALITTRO, Bogor), sedangkan Foc berasal dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, USU. Aplikasi dilakukan dengan cara perendaman. Masing – masing isolat digunakan suspensi konidia (10^6 konidia/ ml) dan metabolit FoNP ada atau tanpa patogen sebagai berikut: P1 : Suspensi konidia E5 + Foc; P2 : Suspensi konidia E3 + Foc; P3 : Suspensi konidia E5 tanpa Foc; P4 : Suspensi konidia E3 tanpa Foc; P5 : Metabolit E5 + Foc; P6 : Metabolit E3 + Foc; P7 : Metabolit E5 tanpa Foc; P8 : Metabolit E3 tanpa Foc; P9 : Foc; P10 : tanpa Foc. Jumlah ulangan sebanyak 4 dengan 10 perlakuan, jumlah tanaman seluruhnya 40 tanaman.

Persiapan Inokulum *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Biakan murni Foc yang berasal dari spora tunggal diperbanyak pada media beras dengan cara beras direndam selama 24 jam, dicuci dan dikukus sampai lunak. Ditimbang media masing-masing 10 gr, dimasukkan media ke dalam kantong plastik tahan panas, disterilkan dalam autoklaf pada suhu $100-121^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit. Media didinginkan kemudian diinokulasikan Foc pada media beras. Diinkubasi dalam ruangan bersih dengan suhu $25^{\circ}\text{C}-27^{\circ}\text{C}$ selama 7-14 hari (Dinas Pertanian dan Tanaman Pangan Jawa Barat, 2012).

Pembuatan Media Tanam

Media tanam terdiri atas campuran tanah dan kompos (1:1) yang disterilkan dalam autoklaf selama 30 menit dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm (17,5 psi).

Persiapan Tanaman Pisang

Tanaman inang barangan yang digunakan adalah hasil kultur jaringan umur 2 bulan setelah aklimatisasi. Bibit ditanam serentak di dalam polibag yang berisi 5 kg media steril (tanah dan pasir 1:1). Ditempatkan di rumah kaca sesuai dengan perlakuan. Dalam pemeliharaan digunakan pupuk NPK (15:15:15) sebanyak 1 gr per polibag pada awal tanam dan 30 hari setelah tanam dengan cara menaburkan pupuk di sekeliling batang tanaman.

Inokulasi *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Inokulasi Foc yang telah diperbanyak pada media beras dilakukan dengan menginfestasikan 10 gr biakan Foc tersebut (kepadatan konidia 10^6 konidia/ ml) ke dalam media tanam (Maimunah, 1999), dengan cara ditabur sekitar leher akar.

Aplikasi Fusarium Non Patogenik

Pembuatan Suspensi Konidia FoNP

Aplikasi FoNP dilakukan dengan dua cara yaitu dengan suspensi konidia dan metabolit. Miselium FoNP diperoleh dengan cara biakan murni FoNP dibiakkan dalam media PDB (*Potato Dextrose Broth*) dan dishaker dengan kecepatan 150 rpm selama ± 7 hari pada suhu ruang, setelah itu miselium dipanen. Aplikasi pada perlakuan P1, P2, P3, dan P4 dengan cara akar bibit pisang barangan sehat digunting ujungnya lalu direndam dalam miselium FoNP (konsentrasi 10^6 konidia/ ml) selama ± 30 menit.

Pembuatan Metabolit FoNP

Pembuatan metabolit menggunakan metode Achmad (1997) yang diperoleh dengan cara menyaring suspensi FoNP dalam media PDB (*Potato Dextrose Broth*) yang telah dishaker dengan kecepatan 150 rpm

selama ± 7 hari dengan menggunakan kertas mikrometer ukuran 0,001 μ. Setelah itu metabolit FoNP diaplikasikan pada perlakuan P5, P6, P7 dan P8 dilakukan dengan cara akar bibit pisang barangan sehat digunting ujungnya lalu direndam dalam metabolit FoNP selama 30 menit.

Semua bibit yang telah diberi perlakuan ditanam pada polibag yang berisi medium tanam yang telah dicampur dengan miselium Foc dengan konsentrasi 10⁶. Perlakuan air steril P9 dan P10 menjadi perlakuan kontrol.

Pemeliharaan Tanaman

Penyiraman

Penyiraman tanaman dilakukan setiap pagi hari atau sore hari. Penyiraman dilakukan secukupnya untuk menjaga kelembaban.

Pemupukan

Pemupukan dilakukan menggunakan pupuk NPK (15:15:15) sebanyak 1 gram per pot pada awal tanam dan 30 hst dengan cara menaburkan pupuk di sekeliling batang tanaman.

Peubah Amatan

- Kejadian penyakit, dihitung setiap minggu. Pengamatan dimulai 2 bulan setelah perlakuan (BSP) dengan menggunakan rumus:

$$P = \left[\frac{T_1}{T_2} \right] \times 100\%$$

di mana:

- P = Persentase tanaman terserang,
T1 = Jumlah tanaman terserang tiap perlakuan,
T2 = Jumlah tanaman yang diamati.

- Keparahan penyakit pada bonggol dilakukan pada akhir pengamatan, yaitu 6 BSP. Bonggol dibersihkan dan seluruh akar dibuang, kemudian bonggol dipotong secara melintang pada bagian leher. Selanjutnya dilakukan skoring kerusakan bonggol

berdasarkan skala Mohammed *et al.* (1999) yang dimodifikasi, yaitu:

- Tidak ada bintik hitam pada jaringan bonggol,
- Bintik hitam yang menutupi <1/3 dari jaringan bonggol,
- Bintik hitam yang menutupi 1/3 dari jaringan bonggol,
- Bintik hitam yang menutupi 1/3-2/3 dari jaringan bonggol,
- Bintik hitam yang menutupi >2/3 dari jaringan bonggol,
- Bintik hitam pada seluruh jaringan bonggol sampai bonggol busuk/tanaman mati.

Keparahan penyakit pada dihitung dengan rumus:

$$I = \sum \frac{\text{nilai skala} \times \text{jumlah tanaman dari setiap nilai skala}}{\text{jumlah tanaman}} \times 100\%$$

Tabel 1. Penilaian keparahan penyakit berdasarkan indeks keparahan pada daun dan bonggol (Mohammed *et al.* (1999).

Indeks Penyakit (Disease severity index)	Keparahan Penilaian Keparahan	
	Daun	Bonggol
1	1	Tidak ada serangan
1,1-2	1,1-2	(No damage)
2,1-4	2,1-4	Ringan (Weak)
>4	>4	Parah (Severe)
		Sangat parah (Highly severe)

1. Pengujian *in vitro*

Pengujian *in vitro* dilakukan dengan metode kultur ganda (*dual culture*). Biakan FoNP dan Foc diambil dengan *cork borer* berdiameter 5 mm dan jarum inokulasi. Kedua koloni ditumbuhkan berdampingan dengan jarak 3 cm dalam satu cawan petri. Biakan diinkubasi pada suhu 27°C selama 5 hari. Perlakuan pada tiap cawan petri adalah (a) FoNP (E5) dan Foc, (b) FoNP (E3) dan Foc. (Gambar 1). Pengamatan dilakukan setiap hari selama 5 hari. Pengamatan dilakukan terhadap adanya zona hambatan (zona bening)

dan besarnya persentase penghambatan terhadap Foc dengan rumus :

$$IZ = \frac{r1 - r2}{r1} \times 100\%$$

Keterangan:

IZ = persentase daerah hambatan (%)

r1 = rata – rata jari – jari koloni jamur kontrol (tanpa agens antagonis).

r2 = rata – rata jari – jari koloni patogen yang dikulturkan dengan agens antagonis (Muslim, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kejadian Penyakit

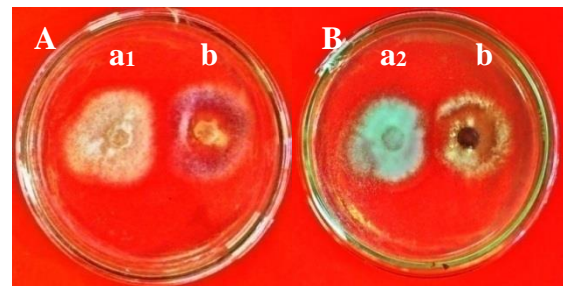
Berdasarkan hasil penelitian didapat, hingga 6 bulan setelah inokulasi Foc, semua tanaman pisang belum menunjukkan gejala layu fusarium seperti menguningnya daun pisang yang dimulai pada daun tua. Penguningan dimulai dari pinggir daun. Selain itu gejala juga dapat terlihat pada pangkal batang yaitu jika pangkal batang dibelah membujur maka akan terlihat garis – garis menghitam kesemua arah. Namun pada penelitian ini selain tidak terdapatnya gejala – gejala tersebut di atas, semua tanaman uji memperlihatkan pertumbuhan yang cukup baik. Menurut Mardiah (2013) kinerja FoNP mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap beberapa patogen terutama layu. FoNP biasanya berada pada bagian perakaran tanaman (rizosfer) dan melakukan simbiosis terhadap akar tanaman sehingga menyebabkan tanaman inang tumbuh subur.

Selanjutnya Soesanto (2008) menyatakan bahwa kelompok strain FoNP ketika diterapkan pada beberapa perakaran tanaman dapat menunda gejala penyakit yang diakibatkan oleh patogen. FoNP dapat menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit layu Fusarium, busuk Phytophthora, dan layu Verticilium.

Tidak terlihatnya gejala layu fusarium pada semua tanaman uji juga dapat disebabkan oleh menurunnya virulensi Foc pada isolat

yang digunakan, karena isolat Foc yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian USU yang sudah lama disimpan dan berkali – kali dilakukan subkultur. Simatupang (2015) menyatakan bahwa degenerasi isolat yaitu menurunnya daya virulensi isolat karena isolat telah disimpan dalam waktu yang cukup lama.

Uji *in vitro* *Fusarium oxysporum* f.sp.cubense terhadap Fusarium Non Patogenik



Gambar 1. Uji *in vitro* Fusarium Non Patogenik terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense:

(A) FONP E5 (a₁) vs *Foc*(b).

(B) FONP E3 (a₂) vs *Foc* (b).

Tabel 1. Daya hambat FoNP terhadap *Foc* pada uji *in vitro*

Isolat	Daya hambat
Hari ke – 5 (%)	
E5	29,16
E3	19,22

Keterangan : E5 dan E3 : Fusarium Non Patogenik

Hasil pengujian Foc dan FoNP secara *in vitro* didapat adanya penghambatan pertumbuhan Foc oleh FoNP isolat E5 dan E3. FoNP isolat E5 mempunyai kemampuan menghambat Foc lebih baik dibanding FoNP isolat E3. (Gambar 1) dan (Tabel 1) yaitu 29,16% dan 19,22%. Mekanisme penghambatan berupa kompetisi ruang, nutrisi, dan mikroparasit. Soesanto (2008)

menyatakan bahwa persaingan akan nutrisi dan persaingan ruang hidup merupakan peran utama pada hampir semua agens hayati.

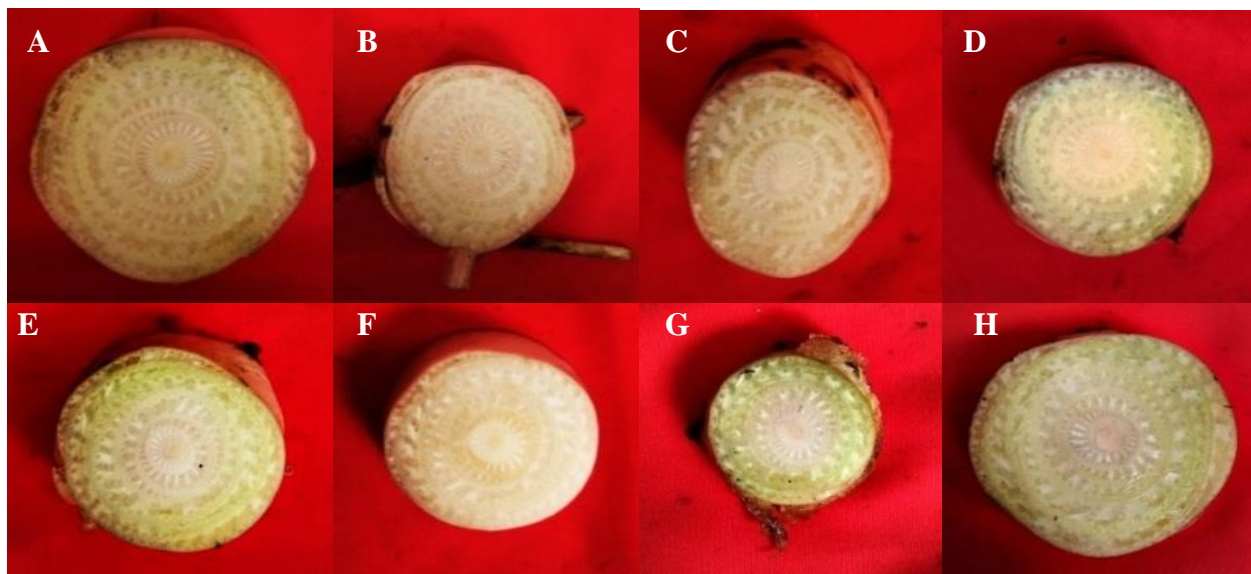
Jamur non patogenik sudah banyak dimanfaatkan sebagai agens hayati, jamur – jamur non patoenik tersebut dapat diisolasi dari rizosfer tanaman ataupun dengan memanfaatkan jamur yang mengkolonisasi permukaan tanaman.

Muslim (1995) berhasil mengkolonisasi jamur seperti *Myrothecium* spp, *Fusarium* spp, *Penicillium* spp, *Trichoderma* spp dari permukaan daun kentang. Jamur – jamur tersebut mampu menghambat perkembangan serangan

Phytophthora infestans pada tanaman kentang di Jepang dengan cara kompetisi nutrisi dan antibiosis.

Keparahan Penyakit Pada Bonggol

Hasil pengamatan tidak ditemukannya gejala penyakit pada bonggol pisang (pangkal batang) berupa garis-garis menghitam bila bonggol dipotong melintang, semua pangkal batang tanaman uji terlihat sehat (Gambar 2). Hasil penelitian ini sejalan dengan pengamatan pada kejadian penyakit. Dimana pada kejadian penyakit juga tidak ditemukannya gejala layu fusarium hingga akhir penelitian.



Gambar 2. Bonggol pisang dari setiap perlakuan isolat E3 dan E5. (A) Suspensi Konidia E5+ Foc P13; (B) Suspensi Konidia E3 + Foc P13; (C) Suspensi Konidia E5 + Foc P21; (D) Metabolit E3 + Foc P34; (E) Metabolit E5 + Foc P32; (F) Metabolit E3 tanpa Foc P42; (G) Metabolit E5 tanpa Foc P44; (H) Kontrol negatif P61.

Bentuk Interaksi miselium FoNP terhadap miselium *Fusarium oxysporum* f.sp.cubense



Gambar 3. Interaksi jamur FoNP dengan *F. oxysporum* f. sp. cubense. (A) hifa FoNP menyebabkan hifa *F. oxysporum* f. sp. cubense membengkok, (B) hifa FoNP menyebabkan hifa *F. oxysporum* f. sp. cubense melilit, (C) hifa FoNP menyebabkan hifa *F. oxysporum* f. sp. cubense lisis. (Perbesaran 40 x 10).

Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan adanya kerusakan hifa Foc yang disebabkan oleh hifa FoNP. Pada Gambar 3A dan 3C terlihat hifa jamur patogen mengalami perubahan bentuk/ malformasi (membengkok dan melilit). Hal ini sesuai dengan Triharso (1996) yang menyatakan bahwa gejala yang disebabkan akibat infeksi suatu mikroba dapat berupa perubahan warna, serta perubahan bentuk. Hifa antagonis yang berhasil melakukan intervensi dan penetrasi akan menyerap sari makanan sehingga hifa cendawan patogen dapat mengecil dan mati (Purwantisari & Rini 2009).

Lebih lanjut Purwantisari dan Hastuti (2009) menjelaskan bahwa cendawan yang tumbuh cepat mampu mengungguli dalam penguasaan ruang dan pada akhirnya bisa menekan pertumbuhan cendawan lawannya. Selain mekanisme kompetisi ruang, ke-2 isolat fusarium non patogenik tersebut juga diduga dapat menghambat patogen fusarium melalui mekanisme antibiosis yang ditandai dengan menipisnya koloni patogen karena enzim yang dihasilkan. Berlian *et al* (2013) menyatakan bahwa antibiosis adalah antagonisme yang melibatkan hasil metabolit penyebab lisis, enzim, senyawa folatil, dan non-folatil atau toksin yang dihasilkan oleh suatu mikroorganisme.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian rumah kaca semua perlakuan tidak menimbulkan gejala penyakit pada tanaman. Fusarium Non Patogenik isolat E5 mempunyai daya hambat lebih tinggi terhadap Foc dibandingkan dengan Fusarium Non Patogenik isolat E3 dengan masing – masing daya hambat 29, 16 % dan 19, 22 %.

Interaksi jamur Fusarium Non Patogenik dengan *F. oxysporum* f. sp. *cubense* pada uji *in vitro* menyebabkan hifa jamur patogen membengkok, melilit bahkan lisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad. 1997. Mekanisme serangan patogendan ketahanan inang serta pengendalian hayati penyakit lodoh pada *Pinus merkusii* [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Anitha, A., dan Rabeeth, M. 2009. Control of fusarium wilt of tomato by bio formulation of *Sterptomyces griseun* in green house condition. *Africa Journal of Basic and Applied Scince*. 1(1-2): 9-14.
- Berlian, I., Setyawan, B., dan Hadi, H. 2013. Mekanisme antagonism *Trichoderma* spp. Terhadap beberapa patogen tular tanah. *Warta Perkaratan* 2013, 32920, 74 – 82.
- Departemen Pertanian. 2005. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Pisang. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Dinas pertanian dan Tanaman Pangan Jawa Barat. 2012. Perbanyak cendawan menggunakan media beras. [www. Media beras cendawan. DEPTAN, 2012](http://www.Media beras cendawan. DEPTAN, 2012).
- Djaenuddin N., Zaenab M., dan Untung S. 2012. Reaksi pisang barangan (*Musa acuminata* Colla) terenduksi filtrat *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* terhadap penyakit layu fusarium. *Suara Perlindungan Tanaman*. (2): 2.
- Gandjar., Samson TA., Vermeulen S., Oetari & Santoso. 1999. Pengenalan Kapang Tropik Umum. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta. Hal.66-67.
- Hermanto C., Sutanto A., Jumjunidang., Edison HS, Danniels JW., O’Neil., Sinohin W., Molina VG., AB & Taylor P. 2009, ‘Incidence and distribution of *Fusarium* wilt disease in Indonesia: global perspective on Asian challenges International ISH’, – *ProMusa Symposium*, Guangzhou, China.

- Huda M. 2010. Pengendalian Layu Fusarium Pada Tanaman Pisang (*Musa paradisiacal* L.) Secara Kultur Teknis dan Hayati. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Skripsi.
- Jumjunidang C., Hermanto., Riska. 2011. Virulensi isolat *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* VCG 01212/16 pada pisang barangan dari varietas pisang dan lokasi yang berbeda. *J. Hort.* 21(2): 145-151.
- Maimunah. 1999. Evaluasi Resistensi Lima Kultivar Pisang (*Musa* spp.) Terhadap Tiga Macam Isolat dan Differensiasi Isolat *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Sebagai Penyebab Penyakit Layu. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mardiah A S. 2013. Efektifitas *Fusarium oxysporum* (FoNP) dalam Mengendalikan *Fusarium oxysporum* f. s. *lycopersici* Penyebab Layu pada Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum* L.). Skripsi. Fakultas Biologi Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman.
- Mohammed A A., Mak C., Liew KW & Ho Y W. 1999. Early Evaluation of Banana Plants at Nursery Stage of Fusarium Wilt Tolerance. In: A.B. Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew (Eds). *Banana Fusarium Wilt Management: Towards Sustainable Cultivation*. Proceedings of The International Workshop on Banana. Fusarium Wilt Diseases. Malaysia. INIBAP.174-185.
- Muslim A. 1995. Biological control of potato late blight with phylloplane microorganisms. [Thesis]. Graduate School of Agriculture. Hokkaido University. Sapporo. Japan.
- Nasir N., Jumjunidang. 2003. Karakterisasi ras *F. oxysporum* f. sp. *cubense* dengan metode vegetative compatibility group test dan identifikasi kultivar pisang yang terserang, *J. Hort.*, 13 (4): 267-84.
- Nasir N., Jumjunidang & Riska .2005. Deteksi dan pemetaan distribusi *F. oxysporum* f.sp.*cubense* pada daerah potensial pengembangan agribisnis pisang di Indonesia, *J. Hort.*, 15 (1) : 50-7.
- Perez L., Vicente. 2004. Fusarium wilt (*Panama Disease*) of bananas: An updating Review of The Current Knowledge on The Disease and it's Causal Agent. XIV Reunion International Acrobat Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Ministerio de Agricultura de Cuba.
- Ploetz R C. 2006. Fusarium-induced diseases of tropical, perennial crops. *J. Phytophathol.* 96:648-652.
- Ploetz R C., K. G. Pegg. 2000. Fungal Diseases of the Root, Corm and Pseudostem, In: Jones (eds). *Diseases of Banana. Abaca and Enset*. New York. CABI Publishing.143-159.
- Purwantisari S., dan Hastuti RB. 2009. Uji antagonisme jamurpatogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal, *BIOMA*11 (1): 24-32.
- Purwantisari S., dan Rini BH. 2009. Isolasi dan Identifikasi Jamur Indigenous Rhizosfer Tanaman Kentang dari Lahan Pertanian Kentang Organik di Desa Pakis. Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Undip. Magelang.
- Saragih YS., dan Silalahi FH. 2006. Isolasi dan identifikasi spesies fusarium penyebab penyakit layu pada tanaman markisa asam. *Jurnal Hortikultura* 16 (4): 336-344.
- Semangun H. 1996. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Semangun H. 2004. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia.

- Gadjah Mada University
Press.Yogyakarta.
- Simatupang G. W. 2015. Eksplorasi dan Uji Patogenisitas *Fusarium* spp. Asal Rizosfer Kelapa Sawit Di Kebun Percobaan Cikabayan, Bogor, Jawa Barat.Institut Pertanian Bogor.Skripsi.
- Suhartanto M R., Harti H., dan Haryadi S S. 2008. Program Pengembangan Pisang. <http://pkht.or.id/> [diakses 1 September 2014].
- Soesanto L. 2008. Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Srujianto. 2013. Efektivitas Formulasi *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* untuk Mengendalikan Penyakit Layu *Fusarium* pada Tanaman Pisang (*Musa balbisiana* cv. kepok). Universitas Jember. Jember.Skripsi.
- Tombe M. 2010. Teknologi ramah lingkungan dalam pengendalian penyakit busuk batang vanili. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 3(2):138-153.
- Toussoun TA., dan Nelson PE. 1976. *Fusarium: a pictorial guide to the identification of fusarium species according to the taxonomic system of offsnnyder and hansen*. 2nd Edition. Pennsylvania State University Press. University Park and London
- Triharso. 1996. Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman. UGM Press.Yogyakarta.
- Wiyono. 2009. Pengendalian Hayati Penyakit Tumbuhan dalam Praktek. Pusat Kajian Pengendalian Hama Terpadu. Dept. Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian IPB dan Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. DitjenTanamanPanganDepartemenPertanian.Bogor.<<http://www.scribd.com/doc/19519440/PHPTKKPPTN2009#>>. Diakses Maret 2016.

