

**POTENSI JAMUR ENDOFIT ASAL CABAI SEBAGAI AGENS HAYATI UNTUK
MENGENDALIKAN LAYU FUSARIUM (*Fusarium oxysporum*) PADA CABAI
DAN INTERAKSINYA**

Potency of Endophytic Fungi from Chilli as Biocontro Agents to Control Fusarium Wilt
(*Fusarium oxysporum*) on Chilli and Their Interaction

Sri Endah Nurzannah*, Lisnawita dan Darma Bakti

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan 20155

*Corresponding author: Email: sndah19@yahoo.com

ABSTRACT

This research aims to find endophytic fungi which potency as biocontrol agents to against *Fusarium oxysporum* on chili and their interaction. The research was conducted at Plant Disease Laboratory, Agroecotechnology Program Study, Faculty of Agriculture, University of Sumatera Utara and greenhouse of plant quarantine, Medan from May to August 2013. It was done by using Completely Randomized Design (CRD) Non Factorial with fourteen treatments and three replications. The results showed all the endophytic fungi used (*Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Aspergillus* sp., *Hormiscium* sp., *Geotrichum* sp.) potential as biological agents to control fusarium wilt on chilli. The best results obtained on *Penicillium* sp. with disease severity was 2.78% in the greenhouse test. *Penicillium* sp. also able to improve plant growth with plant height 29.40 cm.

Key words : chilli, *Fusarium oxysporum*, endophytic fungi, interaction

ABSTRAK

Potensi jamur endofit asal cabai sebagai agens hayati untuk mengendalikan layu fusarium (*Fusarium oxysporum*) pada cabai dan interaksinya. Penelitian ini bertujuan untuk menguji daya antagonisme jamur endofit dan bentuk interaksinya terhadap *F. oxysporum* penyebab penyakit layu pada tanaman cabai. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara dan Rumah Kassa Balai Karantina Besar Tumbuhan, Medan mulai bulan Mei sampai Agustus 2013. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial dengan empat belas perlakuan dan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan semua jamur endofit yang digunakan (*Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Aspergillus* sp., *Hormiscium* sp., *Geotrichum* sp.) berpotensi sebagai agens hayati untuk mengendalikan layu fusarium pada cabai. Hasil terbaik didapat pada *Penicillium* sp dengan keparahan penyakit sebesar 2,78% pada pengujian di rumah kassa. *Penicillium* sp. juga mampu membantu pertumbuhan tanaman dengan tinggi tanaman 29,40 cm.

Kata kunci: cabai, *Fusarium oxysporum*, jamur endofit, interaksi

PENDAHULUAN

Cabai (*Capsicum annum* L.) merupakan komoditas yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Daerah-daerah sentra pertanaman cabai di Indonesia tersebar mulai dari Sumatera Utara sampai Sulawesi Selatan dengan rata-rata total produksi cabai di sentra

pertanaman berkisar 841.015 ton per tahun (Mukarlina *et al.*, 2010). Dalam budidaya cabai selalu menghadapi kendala. Salah satunya adalah penyakit tanaman. Di antara penyakit tanaman tersebut. penyakit busuk basah karena bakteri *Ralstonia solanacearum* dan penyakit layu karena jamur *Fusarium oxysporum* merupakan penyakit yang sering

dijumpai di pertanaman cabai. Kedua penyakit tersebut berperan penting dalam menurunkan produksi cabai (Musa *et al.*, 2005).

Fusarium oxysporum biasa menyerang pada area pertanaman cabai. Gejala awal dari penyakit layu *Fusarium* adalah pucat tulang-tulang daun. terutama daun-daun atas. kemudian diikuti dengan menggulungnya daun yang lebih tua (epinasti) karena merunduknya tangkai daun dan akhirnya tanaman menjadi layu keseluruhan. Pada tanaman yang masih sangat muda penyakit dapat menyebabkan tanaman mati secara mendadak, karena pada pangkal batang terjadi kerusakan. Sedangkan tanaman dewasa yang terinfeksi sering dapat bertahan terus dan membentuk buah tetapi hasilnya sangat sedikit dan kecil-kecil (Semangun, 2000).

Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang dilakukan petani umumnya masih menggunakan pestisida sintetik berupa fungisida, karena petani menganggap cara ini yang paling mudah dan efektif. Padahal banyak hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pestisida sintetik yang kurang bijaksana ternyata banyak merugikan manusia dan agroekosistem. Misalnya fungisida sintetik yang mencemari lingkungan telah menyebabkan kematian manusia di dunia hingga mencapai 40% (Wasilah *et al.*, 2005). Oleh karena itu perlu dicari alternatif pengendalian yang aman dan ramah lingkungan. Salah satunya dengan menggunakan jamur endofit. Jamur endofit adalah jamur yang terdapat di dalam sistem jaringan tanaman. seperti daun. bunga. ranting ataupun akar tanaman. Mikroorganisme endofit tumbuh dan mendapatkan makanan dari tanaman inangnya. Jamur ini menginfeksi tanaman sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotika (Sinaga, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi jamur endofit asal cabai sebagai agens hayati untuk mengendalikan layu *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*) pada cabai dan interaksinya.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara dan dan Rumah Kassa Balai Karantina Tumbuhan I, Medan dengan ketinggian tempat \pm 25 m dpl mulai bulan Mei hingga Agustus 2013. Bahan yang digunakan adalah tanaman cabai yang terserang layu *Fusarium*, akar, batang, daun, dan buah dari tanaman sehat, alkohol 96%, kloroks 1%, kapas, spirtus, *cling wrap*, aquades, media Potato Dexstrose Agar (PDA), media Water Agar (WA) 2%, kertas *stencil*, *aluminium foil*, *methyl blue*, dan label nama, tanaman cabai varietas Laris, media beras, media jagung, media *potato dextrose agar* (PDA), air steril, tanah & pasir (1:1 / V : V). Alat yang digunakan adalah mikroskop *compound*, *micropipet*, spatula, cawan petri, pipet tetes, pinset, tabung reaksi, inkubator, timbangan analitik, erlenmeyer, bunsen, oven, *beaker glass*, *objek glass*, *autoclave*, bunsen, *laminar air flow*, *coke borer*, amplop, kulkas, jarum ose, gunting, pisau, *handsprayer*, polibeg, kamera, dan alat tulis.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 14 perlakuan dan menggunakan 3 ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan adalah T0 = kontrol (tanpa perlakuan *F. oxysporum* dan jamur endofit); T1 = *F. oxysporum*; T2 = *Rhizopus* sp; T3 = *Penicillium* sp; T4 = *Rhizoctonia* sp; T5 = *Aspergillus* sp; T6 = *Hormiscium* sp; T7 = *Geotrichum* sp; T8 = *Rhizopus* sp. + *F. oxysporum*; T9 = *Penicillium* sp. + *F. oxysporum*; T10 = *Rhizoctonia* sp. + *F. oxysporum*; T11 = *Aspergillus* sp. + *F. oxysporum*; T12 = *Hormiscium* sp. + *F. oxysporum*; T13 = *Geotrichum* sp. + *F. oxysporum*

Fusarium oxysporum diperoleh dari tanaman cabai yang berumur 6 minggu di daerah Kabanjahe, Sumatera Utara. Bagian pangkal batang yang terinfeksi dibersihkan dengan air steril, lalu dipotong-potong sebesar 0,5 cm. Setelah itu disterilkan dengan klorox 1 % selama lebih kurang 3 menit dan dibilas 2-3 kali dengan air steril. Selanjutnya potongan tersebut ditanam dalam media PDA dan diinkubasi pada suhu kamar selama 1

minggu. Setelah miselium *F. oxysporum* tumbuh, diisolasi kembali untuk mendapatkan biakan murni.

Jamur endofit diperoleh dengan mengisolasi akar, batang, daun, dan buah tanaman cabai yang sehat. Sterilisasi bagian tanaman dilakukan secara bertahap dengan merendam selama 60 detik dalam alkohol 70% dilanjutkan dengan NaOCl 3% selama 60 detik, dan etanol 70% selama 30 detik. Kemudian dibilas sebanyak dua kali dengan aquades steril dan dikeringkan di atas kertas saring steril. Bagian tanaman dibelah untuk ditumbuhkan dalam media PDA. Hasil isolasi jamur endofit tidak dapat digunakan jika pada media uji kesterilan masih tumbuh cendawan. Cendawan yang tumbuh dari dalam jaringan tanaman dan telah melalui uji kesterilan dimurnikan dalam media PDA (Rodrigues, 1994).

Penapisan dilakukan dengan pengujian secara *dual culture* antara *F. oxysporum* dengan jamur endofit yang didapat dalam satu cawan petri yang berdiameter 9 cm. Satu koloni jamur endofit diletakkan 1 cm dari tepi cawan petri, sedangkan koloni *F. oxysporum* diletakkan tepat di tengah petri.

Semua jamur endofit yang di dapat selanjutnya diidentifikasi dengan melihat ciri makroskopis dan mikroskopis. dengan mengacu pada buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972). Interaksi jamur endofit dan *F. oxysporum* dapat dilakukan dengan meletakkan dalam satu cawan petri yang berdiameter 7 cm *F. oxysporum* dan jamur endofit secara berhadapan kemudian di bagian tengah diletakkan objek glass yang telah diberi lapisan tipis PDA. Pengamatan bentuk interaksi ini dilakukan setelah terjadi pertemuan kedua ujung jamur dengan cara mengangkat objek glass. Selanjutnya ditetesi dengan *methyl blue* dan diamati di bawah mikroskop bentuk interaksi antara patogen dan jamur endofit.

Untuk keperluan inokulasi di rumah kasaa, *F. oxysporum* diperbanyak pada media beras steril dan jamur endofit diperbanyak pada media jagung steril masing-masing 10 g dan diinkubasikan selama 7 hari pada suhu kamar (Nasikhah, 2008). Aplikasi jamur endofit dilakukan saat tanaman cabai berumur

21 hari dan isolat *F. oxysporum* dilakukan saat tanaman cabai berumur 28 hari dengan menabur substrat pada daerah perakaran yang telah dilakukan pelukaan secara mekanis (Nasikhah, 2008). Pemeliharaan tanaman dilakukan sesuai dengan petunjuk pemeliharaan tanaman cabai di rumah kasaa yaitu penyiraman, pemupukan dan penyiangan.

Peubah amatan dalam penelitian ini adalah interaksi antara *F. oxysporum* dan jamur endofit, Pengaruh *F. oxysporum* dan jamur endofit terhadap periode inkubasi, kejadian, dan keparahan penyakit layu Fusarium.

Pengamatan bentuk interaksi dilakukan dengan melihat bentuk interaksi antara jamur endofit dan *F. oxysporum* pada objek glass di bawah mikroskop.

Periode inkubasi (hsi) diamati pada masing-masing perlakuan sejak sehari setelah inokulasi sampai munculnya gejala pertama layu fusarium pada tanaman uji.

Pengamatan kejadian penyakit dilakukan mulai 1-7 minggu setelah inokulasi (msi) *F. oxysporum*, yaitu dengan mengamati tanaman terserang akibat patogen *F. oxysporum* pada tanaman. Persentase kejadian penyakit dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan :

P : persentase serangan penyakit (kejadian penyakit)

a : jumlah tanaman yang terserang penyakit

b : jumlah tanaman yang sehat (Abbott, 1925 dalam Lisnawita *et al.*, 1998)

Pengamatan keparahan penyakit dilakukan mulai 1-7 msi, yaitu dengan mengamati respon layu tanaman akibat inokulasi *F. oxysporum*. Persentase keparahan penyakit dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Keterangan :

I : intensitas serangan penyakit (keparahan penyakit)

n_i : jumlah tanaman yang terserang
 v_i : nilai kategori dari tanaman terserang
 N : nilai kategori tertinggi
 Z : jumlah seluruh tanaman yang diamati
 (Townsend & Hueberger, 1948 dalam Lisnawita *et al.*, 1998).
 Skala intensitas penyakit layu Fusarium cabai adalah:

- 0 : tidak ada gejala layu
- 1 : gejala layu ringan
- 2 : pengerdilan dan klorosis daun
- 3 : 10 % dari daun atau 10 % dari tanaman menunjukkan gejala layu
- 4 : 11-25 % dari daun atau 11-25 % dari tanaman menunjukkan gejala layu
- 5 : 26-50 % dari daun atau 26-50 % dari tanaman menunjukkan gejala layu
- 6 : 51-100 % layu atau tanaman mati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Pengaruh *F. oxysporum* dan jamur endofit terhadap periode inkubasi (hsi), kejadian dan keparahan penyakit layu fusarium (%)

Perlakuan	hari setelah inokulasi (hsi)	kejadian penyakit (%) 7 his	keparahan penyakit (%) 7 hsi
Kontrol (T0)	-	0,00 (0,00) c	0,00 (0,00) c
<i>F. oxysporum</i> (T1)	5	100,00 (90,00) a	100,00 (90,00) a
<i>Rhizopus</i> sp. (T2)	-	0,00 (0,00) c	0,00 (0,00) c
<i>Penicillium</i> sp. (T3)	-	0,00 (0,00) c	0,00 (0,00) c
<i>Rhizoctonia</i> sp. (T4)	-	0,00 (0,00) c	0,00 (0,00) c
<i>Aspergillus</i> sp. (T5)	-	0,00 (0,00) c	0,00 (0,00) c
<i>Hormiscium</i> sp. (T6)	-	0,00 (0,00) c	0,00 (0,00) c
<i>Geotrichum</i> sp. (T7)	-	0,00 (0,00) c	0,00 (0,00) c
<i>Rhizopus</i> sp. + <i>F. oxysporum</i> (T8)	12	66,67 (60,00) ab	66,67 (60,00) ab
<i>Penicillium</i> sp. + <i>F. oxysporum</i> (T9)	22	33,33 (30,00) bc	2,78 (5,59) bc
<i>Rhizoctonia</i> sp. + <i>F. oxysporum</i> (T10)	12	33,33 (30,00) bc	7,14 (12,57) bc
<i>Aspergillus</i> sp. + <i>F. oxysporum</i> (T11)	12	100,00 (90,00) a	66,67 (60,00) ab
<i>Hormiscium</i> sp. + <i>F. oxysporum</i> (T12)	21	33,33 (30,00) bc	33,33 (30,00) abc
<i>Geotrichum</i> sp. + <i>F. oxysporum</i> (T13)	12	66,67 (60,00) ab	37,37 (36,79) abc

Keterangan: Tanda (-) tidak terdapat gejala serangan *F. oxysporum* pada tanaman cabai sampai akhir penelitian.

Periode inkubasi (hsi), kejadian penyakit (%), dan keparahan penyakit (%)

Pengaruh *F. oxysporum* dan jamur endofit terhadap periode inkubasi, kejadian, dan keparahan penyakit layu fusarium dapat dilihat dalam Tabel 1.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa periode inkubasi layu fusarium dari setiap perlakuan berbeda. Pada perlakuan T1(*F. oxysporum*) periode inkubasinya 5 hari. Pada perlakuan T8-T13 (jamur endofit + *F. oxysporum*) periode inkubasinya berkisar 12-21 hari. Sedangkan perlakuan T0 (kontrol) dan perlakuan jamur endofit secara tunggal tidak terdapat gejala serangan Fusarium. Wahyu *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa masa inkubasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. yaitu ketahanan tanaman inang terhadap ras patogen yang menginfeksi, keganasan ras patogen tersebut, dan kesesuaian kondisi lingkungan.

Lebih cepatnya periode inkubasi pada perlakuan *Fusarium* secara tunggal dibandingkan dengan perlakuan kombinasi antara *F. oxysporum* dan jamur endofit disebabkan karena jamur endofit menghasilkan suatu senyawa yaitu alkaloid kemudian hidup secara simbiosis mutualistik dengan tanaman inangnya. Faeth (2002) menyatakan interaksi jamur endofit dan inang tanaman umumnya bersifat simbiosis mutualisme. Mikotoksin yang dihasilkan jamur endofit seperti alkaloid pada tanaman mampu melindungi inang dari serangan invertebrata herbivor, nematoda dan patogen.

Perlakuan aplikasi endofit secara tunggal tidak memperlihatkan gejala serangan *F. oxysporum* karena jamur endofit adalah jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman sehat tanpa menyebabkan gejala atau kerusakan pada tanaman inang (Petrini, 1991).

Persentase kejadian penyakit diamati dengan melihat jumlah tanaman yang terserang pada tiap perlakuan sampai 7 msi. Gejala layu *Fusarium* secara visual pada tanaman yang terinfeksi memperlihatkan tepi bawah daun menjadi kuning tua, merambat ke bagian dalam secara cepat sehingga seluruh permukaan daun tersebut menguning. Gejala tersebut disebabkan patogen *F. oxysporum* yang terus berpenetrasi ke dalam jaringan tanaman. Departemen Pertanian (2010) menyatakan bahwa patogen *F. oxysporum* menyerang jaringan empulur batang melalui akar yang luka atau terinfeksi. Batang yang terserang akan kehilangan banyak cairan dan berubah warna menjadi kecoklatan.

Penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan kombinasi diperoleh persentase kejadian penyakit terendah terdapat pada perlakuan T9 (*Penicillium* sp.+ *F. oxysporum*), T10 (*Rhizoctonia* sp. + *F. oxysporum*), dan T12 (*Hormiscium* sp. + *F. oxysporum*) yaitu sebesar 33,33%. Hasil ini menunjukkan jamur *Penicillium* sp., *Rhizoctonia* sp., dan *Hormiscium* sp. mempunyai kemampuan yang cukup baik dalam mengendalikan *F. oxysporum*. Faeth (2002) menyatakan jamur endofit antagonis mempunyai aktivitas tinggi dalam

menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen.

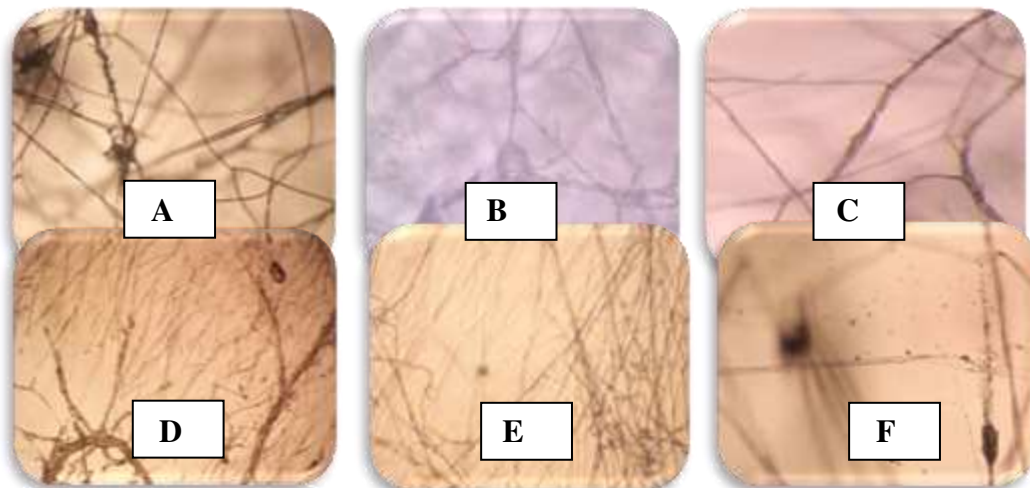
Tingkat keparahan penyakit tanaman diamati dengan membandingkan bagian tanaman sakit dari tanaman sampel. Pada penelitian ini, keparahan penyakit pada perlakuan T1 (*F. oxysporum*) berbeda nyata dengan perlakuan T0 (kontrol), T2 (*Rhizopus* sp.), T3 (*Penicillium* sp.), T4 (*Rhizoctonia* sp.), T5 (*Aspergillus* sp.), T6 (*Hormiscium* sp.), T7 (*Geotrichum* sp.) dan perlakuan kombinasi yaitu T9 (*Penicillium* sp. + *F. oxysporum*) dan T10 (*Rhizoctonia* sp. + *F. oxysporum*), tetapi tidak berbeda nyata dengan T8 (*Rhizopus* sp. + *F. oxysporum*), T11 (*Aspergillus* sp. + *F. oxysporum*), T12 (*Hormiscium* sp. + *F. oxysporum*), dan T13 (*Geotrichum* sp. + *F. oxysporum*). Walaupun demikian pada perlakuan *F. oxysporum* secara tunggal (T1) keparahan penyakit lebih tinggi dibanding dengan perlakuan lainnya yaitu 100%. Hal ini disebabkan pada perlakuan *F. oxysporum* tunggal tidak ada hambatan bagi patogen untuk menginfeksi dan berinvasi di dalam jaringan tanaman. Infeksi *F. oxysporum* pada akar tanaman cabai yang rentan dapat berkembang ke xilem dan berlanjut ke batang yang mengakibatkan gangguan transportasi air. Sehingga muncul gejala penguningan pada daun. Departemen Pertanian (2010) menyatakan patogen menyerang jaringan empulur batang melalui akar yang luka atau terinfeksi. Batang yang terserang akan kehilangan banyak cairan dan berubah warna menjadi kecoklatan, tepi bawah daun menjadi kuning tua (layu), merambat ke bagian dalam secara cepat sehingga seluruh permukaan daun tersebut menguning. Sebaliknya pada perlakuan T8 (*Rhizopus* sp. + *F. oxysporum*), T11 (*Aspergillus* sp. + *F. oxysporum*), T12 (*Hormiscium* sp. + *F. oxysporum*), dan T13 (*Geotrichum* sp. + *F. oxysporum*) walaupun tidak berbeda nyata dengan T1 (*F. oxysporum*), tetapi kehadiran jamur endofit menjadi penghalang bagi *Fusarium* untuk menginfeksi tanaman sehingga keparahan penyakitnya lebih rendah dari T1 (*F. oxysporum*).

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa persentase keparahan dan kejadian penyakit berbanding lurus. Tingginya kejadian penyakit akan diikuti dengan tingginya keparahan penyakit. Misalnya pada perlakuan kombinasi diketahui bahwa perlakuan T11 (*Aspergillus* sp. + *F. oxysporum*) memiliki kejadian penyakit sebesar 100% dan keparahan penyakit sebesar 66,67%. Hasil ini menunjukkan *Aspergillus* sp. kurang efektif dalam mengendalikan *F. oxysporum*. Hal ini dapat dikarenakan antibiotik yang diproduksi kurang efektif terhadap patogen dan juga terdapat faktor lain yang mempengaruhinya. Kasutjianingati (2004) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi ketidakefektifan agens hayati dalam menghambat pertumbuhan patogen yaitu antibiotik yang diproduksi jamur endofit kurang efektif terhadap patogen diantaranya konsentrasi antibiotiknya rendah dan terurai oleh mikroorganisme lain. Selain itu ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan internal dalam menyangkut perkembangan mikroorganisme antagonis dalam menekan penyakit layu fusarium ini yaitu: pH tanah,

suhu, kelembaban, sifat fisik dan kimia tanah dan faktor eksternal seperti kurangnya sinar matahari dan kurangnya nutrisi dalam tanah.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pada perlakuan T9 (*Penicillium* sp. + *F. oxysporum*) kejadian dan keparahan penyakit masing-masing sebesar 33,33% dan 2,78%. Kerusakan tanaman yang diaplikasikan jamur endofit lebih rendah di bandingkan dengan perlakuan *F. oxysporum* secara tunggal. Hal ini dikarenakan jamur endofit bersifat melindungi tanaman dari serangan patogen. Maria (2002) menyatakan bahwa jamur endofit berperan sebagai penghasil antimikroba dan enzim. Jamur endofit yang bersifat enzimatik mampu mendegradasi struktur patogen dan melindungi inang. Salisbury dan Ross (1995) mengungkapkan bahwa beberapa jenis jamur yang hidup di tanah dapat menghasilkan etilen. Etilen yang dilepaskan oleh jamur tersebut membantu mendorong perkecambahan biji, mengendalikan pertumbuhan kecambah, memperlambat serangan organisme patogen tular tanah, dan memacu pembentukan bunga.

Bentuk interaksi



Gambar 1: Interaksi antara jamur endofit dan *F. oxysporum*. (A) dan (B) hifa endofit mengkait hifa patogen (400x), (C) hifa endofit melilit hifa patogen (400x), (D) hifa patogen menjadi terputus-putus (400x), (E) hifa patogen menjadi Keriting, dan (F) hifa patogen berwarna transparan (400x).

Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 1A dan B terlihat hifa jamur endofit membentuk kait pada hifa patogen. Jamur endofit membentuk kait di sekitar hifa patogen sebelum penetrasi, atau kadang-kadang masuk langsung (Gambar 1C). Dolakatabadi *et al.* (2012) menyatakan bahwa jamur endofit membentuk kait di sekitar hifa patogen sebelum penetrasi, atau kadang-kadang masuk langsung. Mekanisme kerja senyawa antimikroba dalam melawan mikroorganisme patogen dengan cara merusak dinding sel, mengganggu metabolisme sel mikroba, menghambat sintesis sel mikoba, mengganggu permeabilitas membran sel mikroba, menghambat sintesis protein dan asam nukleat sel mikroba.

Berdasarkan pengamatan diketahui bahwa interaksi antara jamur endofit dan *F. oxysporum* dapat menyebabkan hifa *F. oxysporum* menjadi hancur dan terpotong-potong (Gambar 1D). Hal ini sesuai dengan literatur Sunarwati dan Yoza. (2010) yang menyatakan bahwa cara lain agens hayati dalam menghambat patogen yaitu dengan lisis. Lisis yaitu miselium dari agens hayati mampu menghancurkan dan atau memotong-motong miselium dari patogen. sehingga pada akhirnya menyebabkan kematian pada patogen.

Hasil pengamatan secara mikroskopis menunjukkan adanya kerusakan hifa jamur pada daerah di mana jamur patogen ini saling berinteraksi dengan jamur endofit. Kerusakan hifa yang teramati berupa perubahan bentuk/malformasi hifa patogen. Hifa patogen menjadi berbentuk spiral dan melengkung tidak beraturan dan mengalami pemendekan seperti (Gambar 1E). Sebagian hifa mengalami kekusutan dan pembengkakan dinding sel. Hifa patogen yang mengalami kerusakan tersebut tidak ditemukan konidia jamur. Hal ini dikarenakan jamur endofit menghasilkan senyawa antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan patogen. Shehata *et al.* (2008) menyatakan bahwa salah satu sifat mikroba antagonis adalah pertumbuhannya lebih cepat dibanding dengan patogen dan atau menghasilkan

senyawa antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan patogen.

Selanjutnya interaksi antara jamur endofit dan *F. oxysporum* menyebabkan hifa *F. oxysporum* menjadi jernih (Gambar 1F). Berubahnya warna hifa patogen menjadi jernih dan kosong karena isi sel dimanfaatkan oleh agens hayati sebagai nutrisi. Hal ini sesuai dengan literatur Sunarwati dan Yoza (2010) yang menyatakan bahwa interaksi hifa patogen dan jamur endofit ditandai dengan berubahnya warna hifa patogen menjadi jernih dan kosong karena isi sel dimanfaatkan oleh agens hayati sebagai nutrisi. Talanca (2005) menyatakan bahwa mekanisme lisis ditandai dengan berubahnya warna hifa cendawan patogen menjadi bening dan kosong, kemudian ada yang putus, dan akhirnya hancur.

SIMPULAN

Semua endofit dapat berpotensi sebagai agens hayati. *Penicillium* sp. memiliki kemampuan terbaik dalam menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* dengan persentase keparahan penyakit 2,78% dan tinggi tanaman 29,40 cm pada saat diaplikasikan bersama *F. oxysporum* di rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, 1925. The Basic Principles Of Crop Protection Field Trials. Planzenschutz-Nachrichten Bayer AG, Leverkusen. Di dalam Lisnawita., M.S. Sinaga, S., Mulyati, dan I. Mustika. 1998. Analisis Potensi Sinergisme *Radopholus similis* Cobb. dan *Fusarium oxysporum* Schlecht, f.sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyd. & Hans. dalam Perkembangan Layu Fusarium pada pisang. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian IPB*. 10(2): 11-17.
- Barnett H L. 1969. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Second Edition. Virginia: Burgess Publishing Company.
- Departemen Pertanian. 2010. Perbanyak Cendawan Menggunakan Media Beras.

- www. Media Beras Cendawan. Deptan. 2010.
- Dolakatabadi H K; E M Goltapeh; N Mohammadi; M Rabiey; N Rohani & Varma. 2012. Biocontrol Potential of Root Endophytic Fungi and *Trichoderma* Species Against Fusarium Wilt of Lentil Under *In vitro* and Greenhouse Conditions. *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 14: 407-420.
- Faeth S H. 2002. (Online). Area endophytic fungi defensive plant mutualists. Diunduh dari <http://sols.asu.edu/people/stanleyh-faeth> tanggal 19 Oktober 2013.
- Kasutjjaningati. 2004. Pembiakan mikroorganisme genotipe pisang (*Musa* spp.) dan potensi bakteri endofit terhadap layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*). [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. Bogor: IPB.
- Maria PD. 2002. Eksplorasi dan Uji Antagonisme Bakteri Rhizosfer Tanah dan Endofit Akar untuk Pengendalian Penyakit Layu (*F.oxysporum* f.sp. *cubense*) pada Pisang (*Musa paradisiaca*). Fakultas Pertanian. IPB.
- Mukarlina S; Khotimah & R Rianti. 2010. Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) Secara In Vitro. Universitas Tanjungpura. Kalimantan.
- Musa AS; M Wachjadi. & L Soesanto. 2005. Potensi Beberapa Pestisida Nabati dalam Upaya Penyehatan Tanah Tanaman Cabai In Planta. Universitas Soedirman. Purwokerto.
- Nasikhah K. 2008. Pengaruh Isolat Alami *Pseudomonas fluorescens* pada Beberapa Tingkat Pengenceran Terhadap Jamur *Sclerotium rolfsii* Penyebab Penyakit Layu pada Kedelai (*Glycine max* (l) Merrill). Jurusan Biologi, Universitas Islam Negeri Malang.
- Petrini O. 1991. Fungal Endophytes of Tree Leaves. In Andrews. J. H. and S. S. Hirano (Ed). Microbial Ecology of Leaves. Springer-Verlag. Berlin. 179-197.
- Rodrigues KF. 1994. The foliar fungal endophytes of the Amazonian palm. *Euterpe oleracea*. *Mycologia* 86: 376-385.
- Salisbury FB. & CW. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 3. Perkembangan tumbuhan dan fisiologi Tumbuhan (Terjemahan D. R. Lukman dan Sumaryono). Penerbit ITB. Bandung.
- Saragih YS; FH Silalahi & AE Marpaung. 2006. Uji Resistensi beberapa Kultivar Markisa Asam terhadap Penyakit Layu *Fusarium*. *J. Horti.* (16). Hal: 321-326.
- Semangun H. 2000. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Shehata; Fawzy & Borollosy AM. 2008. Induction of Resistance Against Zucchini Yellow Mosaic Potyvirus and Growth Enhancement of Squash Plants Using Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Austr. J. Basic and App. Sci.* 2: 174-182.
- Sinaga MH. 2009. Pengaruh Bio Va-Mikoriza dan Pemberian Arang terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) di Lapangan. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sunarwati D & R Yoza. 2010. Kemampuan *Trichoderma* dan *Penicillium* dalam Menghambat Pertumbuhan Cendawan Penyebab Penyakit Busuk Akar Durian (*Phytophthora palmivora*) Secara *In Vitro*. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Seminar Nasional Program dan Strategi Pengembangan Buah Nusantara. Solok. 10 Nopember 2010. Hal. 176-189.

- Talanca AH. 2005. Uji berbagai media biakan misal *Trichoderma* spp. dan aktifitas *Trichoderma* sp. Terformulasi terhadap cendawan patogen tular tanah. *J. Stigma* XII(4):600-605.
- Townsend & Hueberger. 1948. In Uenterstenhofer, G. 1976. The Basic Principle of Crop Protection Field Trials. *Pflanzenschutz-Nachrichten*
- Wahyu HSN; L Soesanto; Kustantinah. 2012. Keagresifan Beberapa Isolat *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi* Asal Temanggung dan Boyolali Setelah Penyimpanan dalam Tanah Steril. *J. Fito.* 8 (6) : 170-176.
- Wasilah F; A Syulasmii; & Y Hamdiyati. 2005. Pengaruh Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Fusarium oxysporum* Secara In Vitro. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Bayer AG, Leverkusen. Di dalam Lisnawita., M.S. Sinaga, S., Mulyati, dan I. Mustika. 1998. Analisis potensi sinergisme *Radopholus similis* Cobb. dan *Fusarium oxysporum* Schlecht, f.sp. *cubense* (E.F. Smith) Snyder & Hans. dalam perkembangan layu fusarium pada pisang. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian IPB.* 10(2): 11-17.