

POTENSI ANTAGONIS JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN LADA (*Piper nigrum* L.) TERHADAP JAMUR *Phytophthora capsici* Leionian PENYEBAB PENYAKIT BUSUK PANGKAL BATANG

Yuricha Kusumawardani, Liliek Sulistyowati dan Abdul Cholil

Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145, Indonesia

ABSTRACT

In 2003-2012, pepper exports in Indonesia was decreased due to the low productivity and low national quality of pepper. It was due to stem base-rot disease (BPB) *Phytophthora capsici* that is difficult to control. One of the alternative control methods is using the biological agents in using of endophyte fungi which are antagonistic. This research was conducted to exploration antagonistic endophyte fungal on pepper plant as biological control agents and select endophyte fungal isolates through direct opposition method to get isolates of endophyte fungal which is effectively suppress the growth of *P. capsici* fungi. The research was carried out in the Laboratory of Plants Diseases and Greenhouse, Plant Pest and Disease Department, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya from February until June 2014. The research used *P. capsici* isolate from infected pepper plants in the field, pepper crop seeds and 25 isolates of endophyte fungal which were isolated from the leaf, branch and root of good pepper plants. The research used exploration pathogen and endophyte fungal while experiments included testing of antagonists endophyte fungal on *P. capsici* by in-vitro and in-vivo. Endophyte fungal that was retrieved as many as 25 isolates consisted of 16 identified isolates (1 of *Acremonium* genera, 2 of *Cephalosporium* genera, 3 of *Colletotrichum* genera, 1 of *Curvularia* genera, 4 of *Fusarium* genera, 2 of *Humicola* genera, 2 of *Scytalidium* genera dan 1 of *Trichoderma* genera) and 9 unidentified isolates. 25 retrieved isolates, all of them indicated antagonistic by in-vitro. The three of them indicated the optimum capability antagonistic which were tested by in-vivo and able to inhibit the onset of infections on stem of pepper plants as well suppress the attacks intensity of *P. capsici*.

Keywords: pepper plant, stem base rot disease, *Phytophthora capsici*, endophytic fungus

ABSTRAK

Pada kurun waktu 2003-2012 ekspor lada Indonesia menurun akibat rendahnya produktivitas dan mutu lada nasional. Hal tersebut disebabkan oleh serangan penyakit busuk pangkal batang (BPB) *Phytophthora capsici* yang masih sulit dikendalikan. Salah satu alternatif pengendalian ramah lingkungan yang dapat dilakukan, yaitu dengan memanfaatkan agens hayati berupa jamur endofit yang bersifat antagonistik. Penelitian ini bertujuan untuk eksplorasi jamur endofit antagonistik pada tanaman lada dan menyeleksi isolat jamur endofit melalui metode oposisi langsung untuk mendapatkan isolat jamur endofit yang efektif menekan pertumbuhan jamur *P. capsici*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kaca, Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Februari-Juni 2014. Penelitian menggunakan isolat *P. capsici* dari tanaman lada yang terinfeksi di lapang, bibit tanaman lada dan 25 isolat jamur endofit yang diisolasi dari daun,

batang dan akar tanaman lada yang sehat. Penelitian menggunakan metode eksplorasi isolat patogen dan jamur endofit serta eksperimen meliputi uji antagonis jamur endofit terhadap *P. capsici* secara *in-vitro* dan *in-vivo*. Jamur endofit yang diperoleh sebanyak 25 isolat, yaitu 16 isolat teridentifikasi (1 dari genus *Acremonium*, 2 dari genus *Cephalosporium*, 3 dari genus *Colletotrichum*, 1 dari genus *Curvularia*, 4 dari genus *Fusarium*, 2 dari genus *Humicola*, 2 dari genus *Scytalidium* dan 1 dari genus *Trichoderma*) dan 9 isolat tidak teridentifikasi. 25 isolat yang diperoleh, keseluruhan menunjukkan sifat antagonistik secara *in-vitro*. Tiga isolat jamur endofit yang menunjukkan daya antagonis terbaik diuji secara *in-vivo* dan mampu memperlambat terjadinya infeksi pada batang tanaman lada serta menekan intensitas serangan *P. capsici*.

Kata kunci : tanaman lada, penyakit busuk pangkal batang, *Phytophthora capsici*, jamur endofit

PENDAHULUAN

Lada merupakan jenis tanaman rempah yang memiliki peranan penting dalam perekonomian nasional. Namun, pada kurun waktu 2003-2012 ekspor lada Indonesia menurun akibat rendahnya produktivitas dan mutu lada nasional, yaitu dengan produktivitas hanya 800 kg/ha atau hanya 50% dari kemampuan genetiknya (Wahyuno *et al.*, 2009). Hal tersebut disebabkan serangan penyakit busuk pangkal batang (BPB) oleh jamur *Phytophthora capsici*. Sejauh ini, penyakit BPB masih sulit dikendalikan meskipun berbagai cara telah direkomendasikan. Hal tersebut dikarenakan penyakit BPB cepat berkembang dan sulit dideteksi pada awal perkembangannya serta dapat menyebabkan tanaman menjadi layu dan mati dalam waktu yang relatif singkat (Syahnen dan Siahaan, 2011; Ginting dan Maryono, 2012). Oleh karena itu, siasat dan cara baru untuk mengendalikan penyakit tersebut perlu terus diteliti dan dikembangkan. Salah satu cara alternatif pengendalian ramah lingkungan, yaitu dengan memanfaatkan agens hayati berupa jamur endofit yang bersifat antagonistik. Jamur endofit dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit karena menghasilkan alkaloid dan mikotoksin (Sudantha dan Abadi, 2007). Penelitian mengenai

chendawan endofit sebagai biokontrol dilaporkan juga belum banyak dilakukan terhadap komoditas perkebunan. Pada tanaman kakao, Simanjuntak (2006) berhasil mengisolasi 18 isolat jamur endofit dari daun kakao dan tiga diantaranya merupakan isolat jamur endofit yang memiliki presentase penghambatan $\geq 50\%$ dengan mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi. maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui potensi jamur endofit antagonistik pada tanaman lada sebagai agens hayati dalam pengendalian jamur *P. capsici* penyebab busuk pangkal batang pada lada. Diharapkan dalam penelitian ini aplikasi jamur endofit yang bersifat antagonis dapat menekan kualitas dan kuantitas sumber infeksi atau inokulum penyakit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan mulai bulan Februari sampai Juni 2014 di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Rumah Kaca Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Bibit tanaman lada dan isolat jamur *P. capsici* dieksplorasi dari tanaman lada yang bergejala di kebun lada Dusun Demangan Kelurahan Pijiharjo Kecamatan Manyaran Kabupaten Wonogiri, isolat jamur endofit dieksplorasi dari tanaman sehat di kebun

lada Desa Pujiharjo Kecamatan Tirtoyudo Kabupaten Malang.

Isolasi patogen. Inokulum *P. capsici* diperoleh dengan cara diisolasi langsung dari tanaman lada yang menunjukkan gejala. Isolasi dilakukan dengan cara bagian tanaman yang sakit permukaannya dicuci dengan air mengalir, kemudian memotong jaringan tanaman dengan setengah bagian sakit dan setengah bagian sehat. Selanjutnya, permukaan potongan jaringan tanaman disterilisasi dengan NaOCl 2% selama 1 menit, kemudian alkohol 70% selama 1 menit dan dibilas dengan aquades sebanyak dua kali dengan masing-masing ulangan selama 1 menit. Lalu ditiriskan pada tisu steril sampai benar-benar kering. Setelah kering, potongan jaringan tanaman tersebut ditanam pada media V8 juice.

Isolasi jamur endofit. Sampel yang diambil untuk eksplorasi jamur endofit, yaitu tanaman yang sehat. Isolasi jamur endofit dilakukan dengan cara, sampel bagian dari tanaman lada dipotong-potong sepanjang 1-1,5 cm, kemudian disterilisasi permukaannya menggunakan NaOCl 5% selama 1 menit, alkohol 70% selama 1 menit sebanyak dua kali, dan dibilas dengan aquades steril selama 1 menit sebanyak dua kali, lalu potongan sampel dikeringkan di atas tisu. Kemudian setelah kering, sampel dipotong 0,5 cm dan dibelah kemudian ditumbuhkan pada media PDA.

Pada aquades bilasan terakhir diambil 1 ml dan dituang ke dalam media PDA yang baru untuk digunakan sebagai kontrol yang bertujuan untuk menentukan apakah sampel yang diisolasi merupakan jamur endofit atau bukan. Jika pada media kontrol tumbuh jamur, maka jamur yang diisolasi bukan merupakan jamur endofit.

Uji antagonis *in-vitro*. Uji antagonis secara *in-vitro* menggunakan metode oposisi langsung yang dilakukan

dalam cawan petri berdiameter 9 cm berisi media PDA. Inokulum jamur endofit dan *P. capsici* ditanam berdampingan pada media dalam cawan petri, masing-masing berjarak 3 cm dari tepi cawan dan dilakukan pada waktu yang sama. Dilakukan penanaman isolat patogen pada cawan petri terpisah sebagai kontrol. Biakan selanjutnya diinkubasi selama 1 minggu dalam suhu ruangan. Pengamatan dilakukan setiap hari dari saat inokulum ditanam dengan mengukur pertumbuhan koloni untuk mengetahui persentase daya hambat jamur antagonis. Persentase hambatan dihitung berdasarkan rumus yang diadaptasi dari rumus yang dikemukakan oleh Alfizar *et al.* (2013), yaitu:

$$P = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Uji antagonis *in-vivo*. Uji antagonis secara *in-vivo* dilakukan dengan menggunakan bibit lada berumur 2 bulan. Jamur endofit yang digunakan berasal dari hasil seleksi berdasarkan tingkat persentase penghambatan pertumbuhan koloni patogen tertinggi pada uji antagonisme secara *in-vitro* dan dipilih sebanyak 3 isolat jamur endofit serta terdapat 2 isolat yang menunjukkan mekanisme antibiosis.

Jamur endofit hasil seleksi, masing-masing diperbanyak pada media cair selama 6 hari. Massa jamur yang sudah berkembang kemudian dihomogenkan dengan blender selama 6 detik. Suspensi kemudian diencerkan sehingga diperoleh kerapatan spora 10^6 per 10 ml air. Pengamatan kerapatan spora dilakukan menggunakan *haemocytometer* dengan rumus menurut Gabriel dan Riyatno (1989), sebagai berikut:

$$C = \frac{t}{n \times 0,25} \times 10^6$$

Inokulasi antagonis dilakukan pada sore hari dalam kondisi lembab. Sepuluh menit sebelum inokulasi, tanaman disemprot dengan aquades steril dan ditunggu sampai kering, kemudian batang lada 5 cm di atas permukaan tanah dilukai menggunakan jarum steril dan diinokulasi dengan suspensi jamur endofit. Jamur endofit diaplikasikan dengan volume semprot 5 ml per batang menggunakan *hand sprayer*.

Tujuh hari setelah inokulasi jamur endofit, diaplikasikan jamur *P. capsici* pada batang lada. Inokulasi dilakukan dengan cara, batang lada 5 cm di atas permukaan tanah dilukai dengan jarum steril sepanjang 1 cm dan sedalam 1 mm kemudian diinokulasi dengan potongan miselium *P. capsici* berumur 7 hari dengan ukuran 1 cm. Pengamatan dilakukan setiap hari mulai dari hari kedua setelah inokulasi selama 2 minggu. Pengamatan pada batang dilakukandengan mengukur nekrosis yang terjadi pada situs inokulasi dengan menggunakan skor penyakit yang disajikan pada Tabel 1 (Ginting dan Maryono, 2012). Selanjutnya dilakukan penghitungan Intensitas Serangan (IS) *P. capsici* berdasarkan rumus menurut Manohara (2007), yaitu sebagai berikut:

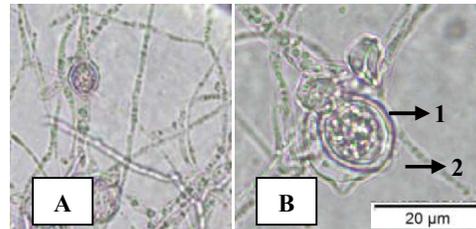
$$IS = \frac{\sum(n \times v)}{(N \times V)} \times 100$$

Tabel 1. Skor penyakit yang digunakan untuk mengukur keparahan penyakit pada batang

Skor penyakit	Gejala atau nekrosis (x)
0	Tidak ada gejala
1	Timbul nekrosis sepanjang 0,5 cm atau kurang
2	0,5 < x < 1 cm, nekrosis tidak melingkari batang
3	x > 1 cm, nekrosis tidak melingkari batang
4	Nekrosis melingkari batang
5	Tanaman layu atau mati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan identifikasi *Phytophthora capsici*. Dari satu isolat *P. capsici* yang diamati memiliki 3 macam pola koloni yang bervariasi, yaitu tidak berpola, membentuk pola menyerupai kapas atau *cotton* dan berpola menyerupai bunga serta berwarna putih. Berdasarkan ciri mikroskopis, isolat *P. capsici* asal lada yang diamati mempunyai hifa yang tidak bersekat dan membentuk klamidospora (Gambar 1A). Bentuk sporangium *P. capsici*, yaitu ovoid dan terdapat papilla di ujung sporangiumnya (Gambar 1B).



Gambar 1. A. *P. capsici* yang membentuk klamidospora, B. Sporangium berbentuk ovoid (1) dan terdapat papilla (2)

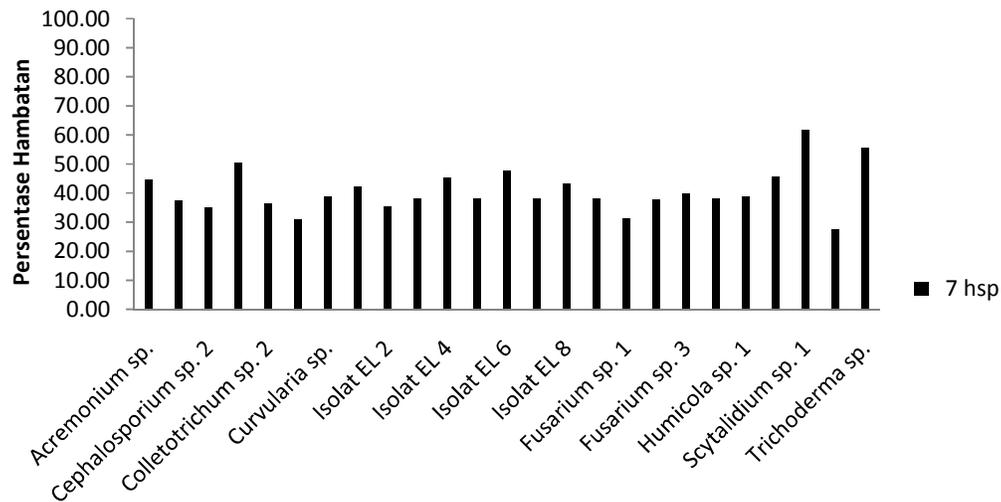
Isolasi dan identifikasi jamur endofit. Isolasi jamur endofit dari tanaman lada keseluruhan diperoleh 25 isolat jamur, yang terdiri dari 16 isolat teridentifikasi dan 9 isolat tidak teridentifikasi yang selanjutnya diberi nama isolat EL 1 sampai dengan isolat EL 9.

Tabel 2. Jamur endofit yang diperoleh dari jaringan tanaman lada

Jaringan Tanaman	Genus
	<i>Cephalosporium</i> sp. 1
	<i>Cephalosporium</i> sp. 2
	<i>Colletotrichum</i> sp. 3
Daun	<i>Curvularia</i> sp.
	Isolat EL 1
	Isolat EL 2
	Isolat EL 5

	Isolat EL 6	<i>Colletotrichum</i> sp. 2
	Isolat EL 8	Isolat EL 3
	<i>Fusarium</i> sp. 3	Isolat EL 4
	<i>Fusarium</i> sp. 4	Isolat EL 7
	<i>Scytalidium</i> sp. 1	<i>Fusarium</i> sp. 1
	<i>Scytalidium</i> sp. 2	<i>Fusarium</i> sp. 2
Batang	<i>Colletotrichum</i> sp. 1	<i>Humicola</i> sp. 1
	Isolat EL 9	<i>Humicola</i> sp. 2
Akar	<i>Acremonium</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.

Uji antagonis *in-vitro*.

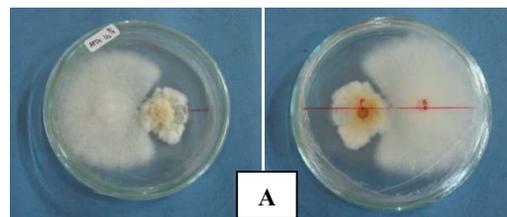


Isolat Jamur Endofit

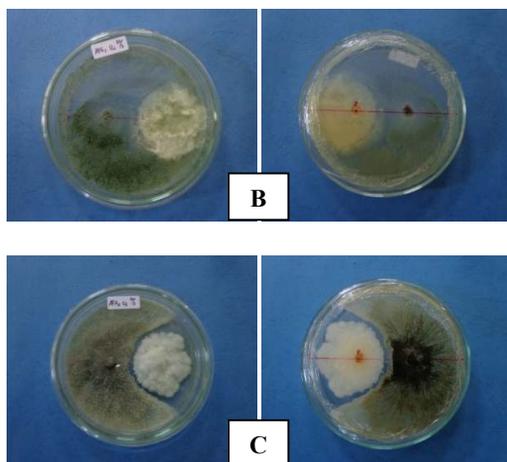
Gambar 2. Histogram rerata persentase hambatan jamur endofit terhadap *P. capsici* pada 7 hsp

Berdasarkan diagram batang yang disajikan pada Gambar 2, nilai persentase hambatan dari 25 jamur endofit yang diujikan berkisar antara 27,57% sampai dengan 61,83%. 3 jamur endofit, yaitu *Colletotrichum* sp. 1, *Trichoderma* sp. dan *Scytalidium* sp. 1 mampu menekan pertumbuhan *P. capsici* lebih dari 50% secara *in-vitro*. Sedangkan 22 jamur endofit lainnya memiliki besar hambatan kurang dari 50%. Meskipun demikian, 22 isolat jamur endofit tersebut mampu menghambat pertumbuhan patogen *P. capsici*.

pertumbuhan *P. capsici* melalui 3 mekanisme antagonis, yaitu mekanisme kompetisi, parasitisme dan antibiosis (Gambar 3).



Hasil uji antagonis secara *in-vitro* juga menunjukkan bahwa 25 jamur endofit yang diujikan dapat menekan



Gambar 3. Mekanisme antagonis, A. Kompetisi, B. Parasitisme dan C. Antibiosis

Mekanisme kompetisi ditunjukkan oleh 19 isolat endofit, antara lain jamur *Acremonium* sp., *Cephalosporium* sp. 1, *Cephalosporium* sp. 2, *Colletotrichum* sp. 1, *Colletotrichum* sp. 2, *Colletotrichum* sp. 3, *Curvularia* sp., isolat EL 1, isolat EL 2, isolat EL 5, isolat EL 6, isolat EL 8, *Fusarium* sp. 1, *Fusarium* sp. 2, *Fusarium* sp. 3, *Fusarium* sp. 4, *Humicola* sp. 1, *Humicola* sp. 2 dan *Scytalidium* sp. 1. Mekanisme kompetisi tersebut ditunjukkan dengan lambatnya pertumbuhan jari-jari patogen yang menuju jamur endofit yang diujikan. Hal itu didukung oleh pernyataan Ocriana (2011), bahwa kompetisi antara agens hayati dengan patogen menyebabkan patogen tidak memiliki ruang untuk tempat hidupnya, sehingga pertumbuhannya terhambat.

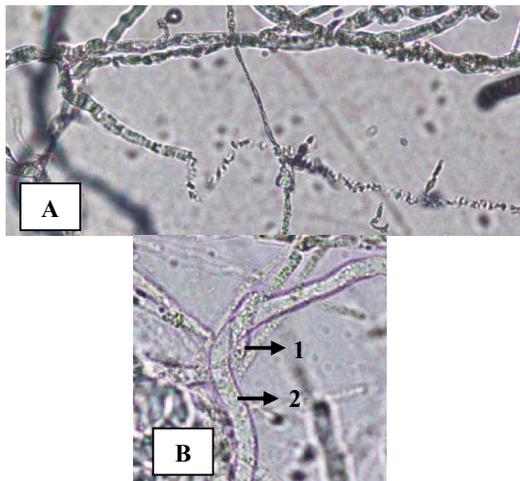
Satu isolat jamur endofit yang diuji menunjukkan adanya mekanisme parasitisme, yaitu *Trichoderma* sp. Mekanisme parasitisme yang terjadi ditunjukkan dari pertumbuhan jamur endofit yang tumbuh menutupi seluruh permukaan media termasuk patogen *P. capsici*. Sedangkan secara mikroskopis dapat ditunjukkan oleh adanya lisis pada miselium jamur patogen dan hifa endofit yang melilit jamur patogen tersebut

(Gambar 4). Purwantisari dan Hastuti (2009), melaporkan bahwa semakin cepat pertumbuhan jamur antagonis, maka pertumbuhan jamur patogen akan semakin terdesak karena kehabisan ruang tumbuh.

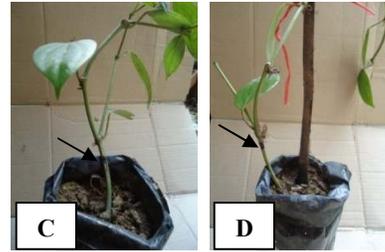
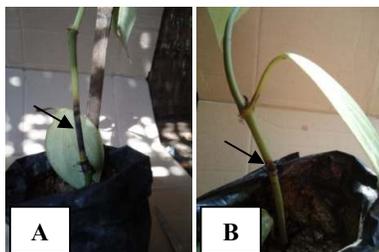
Lima jamur endofit yang lain menunjukkan mekanisme antibiosis, yaitu isolat EL 3, isolat EL 4, isolat EL 7, isolat EL 9 dan *Scytalidium* sp. 2. Hal ini ditunjukkan dengan adanya zona bening di antara jamur endofit yang diujikan dan jamur *P. capsici*. Jamur endofit yang mengeluarkan zat antibiosis juga dapat dibuktikan dengan tidak tumbuhnya jamur patogen pada potongan media yang terdapat zona bening, namun terdapat 1 ulangan yang menunjukkan hasil berbeda, yaitu jamur patogen tumbuh pada permukaan potongan media yang terdapat zona bening. Hal ini diduga karena produksi toksin dari endofit terhenti akibat media yang dipotong dan sekaligus terjadi penguapan zat antibiosis pada potongan media tersebut. Sudantha dan Abadi (2011) menyebutkan bahwa jamur endofit antagonis mempunyai aktivitas tinggi dalam menghasilkan enzim yang dapat digunakan untuk mengendalikan patogen.

Uji antagonis *in-vivo*. Hasil uji antagonis jamur endofit terhadap patogen *P. capsici* secara *in-vivo*, menunjukkan bahwa 3 isolat jamur endofit mampu menekan pertumbuhan *P. capsici* pada batang tanaman lada. Hal itu dibuktikan dengan lambatnya masa inkubasi penyakit pada batang tanaman lada yang diberi perlakuan endofit. Isolat EL 4 menunjukkan potensi yang lebih baik daripada isolat EL 3 dan *Trichoderma* sp. Kemampuan *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan patogen *P. capsici* diduga karena hifa *Trichoderma* sp. bertemu dengan hifa *P. capsici*, sehingga terjadi penyerapan nutrisi oleh *Trichoderma* sp. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Gusnawaty *et al.* (2013), bahwa ketika mikoparasit mencapai inangnya kemudian hifanya membelit hifa

inang dengan membentuk struktur seperti kait, maka akan terjadi penyerapan nutrisi pada inang. Sedangkan isolat EL 3 dan isolat EL 4 dapat menekan pertumbuhan *P. capsici* diduga karena zat antibiosis yang dihasilkan. Hal itu sesuai dengan pernyataan, bahwa jamur endofit yang menghasilkan alkaloid dan mikotoksin memungkinkan digunakan untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Sudantha dan Abadi, 2011).



Gambar 4. Mekanisme parasitisme secara mikroskopis, A. Miselium *P. capsici* yang terlisis oleh jamur endofit, B. Hifa *P. capsici* yang terlilit oleh jamur endofit, hifa *Trichoderma* sp. (1) dan hifa *P. capsici* (2)



Gambar 5. Hasil uji antagonis secara *in-vivo* pada batang tanaman lada, A. kontrol, B. Perlakuan isolat EL 3, C. Perlakuan isolat EL 4 dan D. Perlakuan *Trichoderma* sp.

Beberapa isolat jamur endofit yang digunakan dalam penelitian ini telah diketahui dapat menghambat pertumbuhan patogen *P. capsici* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada tanaman lada. Hal ini dikarenakan jamur endofit dan inangnya dapat membentuk hubungan yang saling menguntungkan. Mikroba endofit dapat melindungi tumbuhan inang dari serangan patogen dengan senyawa yang dikeluarkan. Senyawa yang dikeluarkan mikroba endofit berupa senyawa metabolit sekunder yang merupakan senyawa bioaktif dan dapat berfungsi untuk membunuh patogen (Prihatiningtias dan Wahyuningsih, 2014). Namun, pada penelitian ini masih terdapat gejala yang muncul walaupun intensitasnya rendah. Hal ini diduga disebabkan oleh faktor lingkungan yang mendukung bagi pertumbuhan patogen *P. capsici*. Faktor lain yang diduga mempengaruhi pertumbuhan *P. capsici* pada batang tanaman lada, yaitu kondisi tanaman yang rentan dan adanya pelukaan saat inokulasi, sehingga patogen dapat dengan mudah melakukan penetrasi pada jaringan tanaman dan menyebabkan infeksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat 25 isolat jamur endofit yang berhasil diisolasi dari tanaman lada, yaitu terdiri dari 16 isolat teridentifikasi antara lain *Acremonium* sp., *Cephalosporium* sp. 1, *Cephalosporium* sp. 2, *Colletotrichum* sp. 1, *Colletotrichum* sp. 2, *Colletotrichum* sp. 3, *Curvularia* sp., *Fusarium* sp. 1, *Fusarium* sp. 2, *Fusarium* sp. 3, *Fusarium* sp. 4, *Humicola* sp. 1, *Humicola* sp. 2, *Scytalidium* sp. 1, *Scytalidium* sp. 2 dan *Trichoderma* sp. serta 9 isolat tidak teridentifikasi antara lain isolat EL 1, isolat EL 2, isolat EL 3, isolat EL 4, isolat EL 5, isolat EL 6, isolat EL 7, isolat EL 8 dan isolat EL 9.
2. 25 jamur endofit yang diujikan secara *in-vitro* mampu menekan pertumbuhan *P. capsici* melalui 3 mekanisme antagonis, yaitu kompetisi, parasitisme dan antibiosis. Jamur endofit *Acremonium* sp., *Cephalosporium* sp.1, *Cephalosporium* sp.2, *Colletotrichum* sp.1, *Colletotrichum* sp.2, *Colletotrichum* sp.3, *Curvularia* sp., isolat EL 1, isolat EL 2, isolat EL 5, isolat EL 6, isolat EL 8, *Fusarium* sp. 1, *Fusarium* sp. 2, *Fusarium* sp. 3, *Fusarium* sp. 4, *Humicola* sp. 1, *Humicola* sp. 2 dan *Scytalidium* sp. 1 menghambat pertumbuhan *P. capsici* melalui mekanisme kompetisi. Jamur endofit *Trichoderma* sp. menghambat *P. capsici* melalui mekanisme parasitisme. Sedangkan jamur endofit isolat EL 3, isolat EL 4, isolat EL 7, isolat EL 9 dan *Scytalidium* sp. 2 menghambat *P. capsici* melalui mekanisme antibiosis.
3. tiga isolat jamur endofit yang diseleksi untuk diuji antagonis secara *in-vivo* mampu memperlambat terjadinya infeksi pada batang tanaman lada oleh *P. capsici* dan menekan intensitas serangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfizar; Marlina dan F. Susanti. 2013. Kemampuan Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap Beberapa Jamur Patogen In Vitro. J. Floratek. 8: 45-51.
- Gabriel, B.P. dan Riyanto. 1989. Metharizium annisopilae (Met-sech) Sor. Taksonomi, Patologi, Produksi dan Aplikasinya. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan. Departemen Pertanian.
- Ginting, C. dan T. Maryono. 2012. Penurunan Keparahan Penyakit Busuk Pangkal Batang pada Lada Akibat Aplikasi Bahan Organik dan *Trichoderma harzianum*. J. HPT Tropika. 12(2): 162-168.
- Gusnawaty, H.S.; Asniah; M. Taufik dan Faulika. 2013. Uji Potensi *Trichoderma* Indigenus Sulawesi Tenggara sebagai Biofungisida terhadap *Phytophthora capsici* secara In-vitro. Jurnal Agroteksos. 3(3): 139-143.
- Manohara, D. 2007. Bercak Daun Phytophthora sebagai Sumber Inokulum Penyakit Busuk Pangkal Lada (*Piper nigrum* L.). Bul. Littro. 18(2): 177-187.
- Octriana, L. 2011. Potensi Agen Hayati dalam Menghambat Pertumbuhan *Phytium* sp. secara In vitro. Buletin Plasma Nutfah. 17(2): 138-142.
- Prihatiningtias, W. dan M.S.H. Wahyuningsih. 2014. Prospek Mikroba Endofit sebagai Sumber Senyawa Bioaktif. Fakultas Farmasi UGM. Yogyakarta.
- Purwantisari, S. dan R.B. Hastuti. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi

- Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. Bioma. 11(1): 24-32.
- Simanjuntak, S.S. 2006. Eksplorasi Cendawan Endofit Daun Sebagai Agen Pengendalian Hayati Penyakit Busuk Buah (*Phytophthora palmivora*) Butl. Kakao (*Theobroma cacao*). Skripsi. Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sudantha, I.M. dan A.L. Abadi. 2007. Identifikasi jamur Endofit dan Mekanisme Antagonismenya terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* pada Tanaman Vanili. Agroteksos. 17(1): 23-38.
- Sudantha, I.M. dan A.L. Abadi. 2011. Uji Efektivitas Beberapa Jenis Jamur Endofit *Trichoderma* spp. Isolat Lokal NTB terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* Penyebab Penyakit Busuk Batang pada Bibit Vanili. Crop Agro. 4(2): 64-73.
- Syahnen dan I.R.T.U. Siahaan. 2011. Pemetaan Lokasi Penanaman Lada dan Serangan Penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) di Propinsi Lampung dan Propinsi Bangka Belitung. BBP2TP (Laboratorium Lapangan Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan). Medan. 10 hlm.
- Wahyuno, D.; D. Manohara; R.T. Setiyono. 2009. Ketahanan Beberapa Lada Hasil Persilangan terhadap *Phytophthora capsici* Asal Lada. Jurnal Littri. 15(2): 77-83.