

**Artikel Penelitian****Potensi Endofit Akar Bambu sebagai Biokontrol Patogen *Fusarium oxysporum* Penyakit Kuning Tanaman Lada*****Potency of Bamboo Root Endophytes as Biocontrol to Fusarium oxysporum Pathogen Cause Yellowing Disease on Pepper Plant*****Ropalia****Jurusan Agroteknologi, Fakultan Pertanian, Perikanan, dan Perikanan, Universitas Bangka Belitung*

Diterima : 26 November 2017/Disetujui : 15 Desember 2017

ABSTRACT

The yellowing disease on pepper plant (*Pipper nigrum L*) caused by plant parasitic nematodes and *F. oxysporum* infection is a major disease in Bangka island. The wound that caused by plant parasitic nematodes will facilitate infection into roots by the pathogen of *F. oxysporum* easily. This caused the plant sensitive to drought and nutrient deficiency. Utilization of endophytic microbes is one of biological control that environmental friendly and to support sustainable agriculture. The aim of this study was to explore endophytic isolates can inhibit the growth of *F. oxysporum* in vitro. The endophytes were isolated from bamboo root and selected their antagonistic potential against *F. oxysporum* by dual culture methode. The study resulted an endophytic bacteria and 13 isolates of endophytic fungi that inhibit mycelium growth of *F. oxysporum*. The antagonistic activity of endophytic bacteria to *F. oxysporum* is 28.25% by antibiosis mechanism and endophytic fungi, about 11.00-58.25% by space colonization and nutrition competition on substrate.

Keywords: *antibiosis, endophyte, niche, nutrition competition*

ABSTRAK

Penyakit kuning pada lada (*Pipper nigrum L*) yang disebabkan oleh infeksi nematoda parasit tanaman dan *F. oxysporum* spp. merupakan penyakit utama di Bangka. Luka akibat serangan nematoda parasit akan memudahkan infeksi *F. oxysporum* spp. Hal ini menyebabkan tanaman peka terhadap kekeringan dan kekurangan unsur hara. Pemanfaatan mikrob endofit merupakan salah satu pengendalian hayati ramah lingkungan dan mendukung pertanian berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mendapatkan isolat-isolat endofit yang mampu menghambat pertumbuhan patogen *F. oxysporum* secara in vitro. Endofit diisolasi dari akar bambu dan diuji potensi antagonisnya terhadap *F. oxysporum* dengan metode dual culture. Hasil diperoleh 1 isolat bakteri endofit dan 13 isolat cendawan endofit yang berpotensi menghambat pertumbuhan *F. oxysporum* secara in vitro. Kemampuan antagonisme bakteri endofit asal akar terhadap patogen *F. oxysporum* sebesar 28,25% dengan cara antibiosis dan cendawan endofit berkisar 11.00-58,25% melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi.

Kata kunci: *antibiosis, endofit, ruang hidup, persaingan nutrisi*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan pengekspor lada terbesar kedua di dunia setelah Vietnam. Sekitar 80-90% lada putih Indonesia berasal dari Provinsi

Kepulauan Bangka Belitung (Ginting 2015). Beberapa tahun terakhir terjadi penurunan ekspor lada di Indonesia dan penurunan produksi lada khususnya di Bangka. Produksi lada pada tahun 2012 mencapai 34 379.41 ton, namun terjadi penurunan pada tahun 2013 menjadi 33 595.97 ton (BPS 2014). Salah satu faktor yang mempengaruhi

*Korespondensi Penulis.

E-mail: ropalia.ropalia@yahoo.com (Ropalia)

penurunan produksi lada karena adanya infeksi penyakit kuning pada pertanaman lada. Penyakit kuning lada merupakan penyakit utama dan endemik pada pertanaman lada di Bangka. Munif dan Sulistiawati (2014) melaporkan bahwa penyakit ini merusak pertanaman lada di wilayah Bangka mencapai 41% sehingga sangat merugikan petani karena menurunkan hasil panen.

Penyakit ini adalah penyakit kompleks yang disebabkan oleh beberapa patogen yaitu nematoda; *Radopholus similis* (Cobb) Thorne, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood dan cendawan patogen; *Fusarium solani* (Mart) Sacc dan *F. oxysporum* serta kekurangan hara (Mustika 2005b). Infeksi nematoda menyebabkan nekrosis pada akar yang memudahkan infeksi oleh *Fusarium* sp. Setelah berhasil masuk ke dalam akar, patogen ini berkembang dalam jaringan vaskular dari akar menuju batang (Agrios 2005). Kolonisasi *Fusarium* sp. dalam jaringan vaskular menyebabkan tanaman sensitif terhadap kekeringan dan kekurangan unsur hara. *Fusarium* sp bersifat patogen tular tanah yang dapat bertahan bentuk klamidospora di dalam tanah.

Upaya pengendalian penyakit kuning yang dilakukan oleh petani lada di Bangka adalah menggunakan pestisida sintetik, memberikan kapur ke tanah, mencabut atau membakar tanaman terinfeksi (Munif dan Sulistiawati 2014). Cara pengendalian yang dilakukan kurang efektif karena penggunaan pestisida sintetik dapat membunuh mikroba tanah dan mencemari lingkungan. Penggunaan pestisida sintetik yang tidak bijaksana dapat memicu timbulnya patogen yang resisten terhadap pestisida sintetik yang digunakan. Pengendalian hayati merupakan pengendalian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu metode pengendalian hayati secara langsung adalah pemanfaatan mikroba endofit (Cook dan Baker 1996, Alabouvette *et al.* 2006).

Mikroba endofit memiliki potensi dalam menekan infeksi patogen melalui berbagai mekanisme (Hallmann *et al.* 1997). Cendawan endofit *F. oxysporum* menginduksi ketahanan sistemik terhadap penetrasi *R. similis* pada tanaman pisang (Sikora *et al.* 2008). Cendawan endofit *Arthrobotrys oligospora* Fres isolat EAO-147 meningkatkan ketahanan biomolekul dan ketahanan terinduksi tanaman tomat terhadap infeksi *M. incognita* (Singh *et al.* 2013). Penggunaan bakteri dan cendawan endofit mampu menekan perkembangan populasi nematoda parasit dan kejadian penyakit kuning pada tanaman lada (Harni dan Munif 2012). Cendawan endofit *Penicillium citrinum* Thom (Ting *et al.* 2012), *Pseudomonas* sp., dan *Burkholderia* sp.

(Fishal *et al.* 2010) mampu menekan pertumbuhan patogen *F. oxysporum*.

Perakaran bambu dikenal dengan *soil suppressive*. Penelitian telah membuktikan bahwa mikroba rizosfer dan endofit dari perakaran bambu memiliki berbagai potensi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dan ketahanan tanaman terhadap infeksi patogen. Namun, belum ada penelitian yang mengkaji potensi mikroba asal akar bambu terhadap patogen penyakit kuning pada tanaman lada sehingga penelitian ini bertujuan mengisolasi, menyeleksi dan menguji potensi mikroba endofit sebagai pemacu pertumbuhan tanaman lada dan agens biokontrol terhadap patogen *F. oxysporum* secara *in vitro*.

2. Bahan dan Metode

2.1 Isolasi Cendawan endofit

Isolasi cendawan endofit dilakukan dari akar bambu di Desa Balunjuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka. Isolasi cendawan endofit dilakukan menggacu pada metode Silva *et al.* (2012) dan Amin *et al.* (2012) yang dimodifikasi pada konsentrasi NaOCl dan waktu sterilisasi permukaan jaringan. Sampel akar dicuci bersih dengan air mengalir. Akar dipotong 1-2 cm dan direndam dalam air mengalir selama 1-2 jam. Kemudian akar dikeringangkan di atas tisu steril. Permukaan akar disteril dengan NaOCl 2% selama ±1 menit, alkohol 70% selama 30-45 detik, dan dibilas dengan akuades steril selama 1 menit sampai 3 kali. Akar dikeringangkan di atas tisu steril. Bagian akar yang mengalami pencoklatan dibuang dan akar dipotong 5 mm dalam kondisi aseptik. Potongan akar ditumbuhkan pada media PDA sebanyak 4 potongan dalam cawan petri dan diinkubasi pada suhu ruang hingga tumbuh. Sebagai kontrol sterilisasi permukaan, potongan akar ditanam pada media PDA tetapi potongan tidak disertakan dan inkubasi selama 3 hari pada suhu ruang. Keberhasilan sterilisasi permukaan akar jika media tidak ditumbuhi oleh cendawan atau bakteri kontaminan.

2.2 Isolasi Bakteri Endofit

Metode sterilisasi permukaan akar untuk isolasi bakteri endofit sama seperti sterilisasi permukaan akar pada isolasi cendawan endofit. Akar ditimbang 1 g dan digerus sampai hancur dengan mortar steril. Ekstrak akar ditambahkan 9 mL akuades steril dan diencer berseri sampai 10^{-4} . Sebanyak 100 μ L suspensi dari pengenceran 10^{-4} ditumbuhkan pada media TSA dengan metode sebar dan diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam. Koloni tunggal yang tumbuh dimurnikan dan diseleksi secara

morfologi. Kontrol keberhasilan sterilisasi permukaan adalah 100 µL air bilasan terakhir disebar pada media TSA, jika tidak tumbuh oleh bakteri maka sterilisasi permukaan berhasil.

2.3 Uji Antagonisme

Uji antagonis cendawan dan bakteri endofit terhadap patogen *F. oxysporum*. Secara in vitro menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 ulangan untuk setiap perlakuan (jenis isolat). Pengujian Antagonis Cendawan Endofit terhadap *F. oxysporum*. Pengujian antagonis cendawan endofit terhadap *F. oxysporum* menggunakan metode *dual culture* pada media PDA (Mariana dan Budi 2013). Isolat *F. oxysporum* dan cendawan endofit berumur satu minggu dipotong dengan pelubang gabus (*corkborer*) berdiameter 5 mm. Isolat cendawan endofit dan *F. oxysporum* ditumbuhkan bersama pada media PDA dengan jarak 3 cm pada cawan petri berdiameter 9 cm. Sebagai kontrol, dua potongan isolat *F. oxysporum* ditumbuhkan bersama dalam satu cawan.

Pengujian Antagonis Bakteri Endofit terhadap *F. oxysporum*. Pengujian antagonis bakteri endofit terhadap *F. oxysporum* mengacu pada Safitri (2012) yang menggunakan metode *dual culture* pada media PDA. Koloni bakteri endofit berumur 48 jam digores pada bagian tengah cawan dengan jarak 4,5 cm dari tepi cawan dan potongan *F. oxysporum* ditumbuhkan dengan jarak 2,25 cm dari tepi cawan. Sebagai kontrol, isolat *F. oxysporum* ditumbuhkan tanpa goresan bakteri endofit. Pengukuran jari-jari koloni *F. oxysporum* dilakukan setelah miselium *F. oxysporum* yang tumbuh ke arah tepi cawan mencapai tepi cawan. Penghitungan daya hambat cendawan endofit atau bakteri endofit terhadap miselium *F. oxysporum* menggunakan rumus (Alfizar *et al.* 2013):

$$DH = \frac{R1 - R2}{R2} \times 100\%$$

DH = Daya hambat cendawan endofit atau bakteri endofit terhadap *F. oxysporum* (%)

R1 = Jari-jari koloni *F. oxysporum* ke arah koloni cendawan endofit atau goresan bakteri endofit

R2 = Jari-jari koloni *F. oxysporum* ke arah tepi cawan.

3. Hasil

Hasil isolasi mikroba endofit diperoleh 15 isolat bakteri endofit dan 12 isolat cendawan endofit. Seleksi potensi daya hambat isolat bakteri endofit asal akar bambu terhadap pertumbuhan miselium *F. oxysporum* diperoleh satu isolat yaitu isolat BBA15 dengan daya hambat 28,25% (Tabel 1).

Seleksi potensi daya hambat isolat cendawan endofit asal akar bambu terhadap patogen *F. oxysporum* diperoleh 13 isolat. Ketigabelas isolat cendawan endofit tersebut memiliki kemampuan daya hambat yang beragam dengan kisaran 30,88-58,25% (Tabel 2).

Tabel 1. Seleksi potensi daya hambat isolat bakteri endofit asal akar bambu terhadap pertumbuhan koloni *F. oxysporum* pada media PDA dengan metode *dual culture*

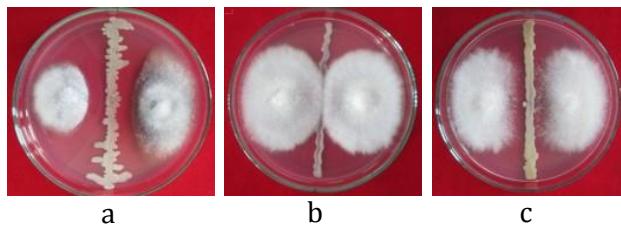
No	Kode Isolat	Daya hambat terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> (%)
1	BBA1	0
2	BBA2	0
3	BBA3	0
4	BBA4	0
5	BBA5	0
6	BBA6	0
7	BBA7	0
8	BBA8	0
9	BBA9	0
10	BBA10	0
11	BBA11	0
12	BBA12	0
13	BBA13	0
14	BBA14	0
15	BBA15	28,25

Tabel 2. Seleksi potensi daya hambat isolat cendawan endofit asal akar bambu terhadap pertumbuhan koloni *F. oxysporum* pada media PDA dengan metode *dual culture*

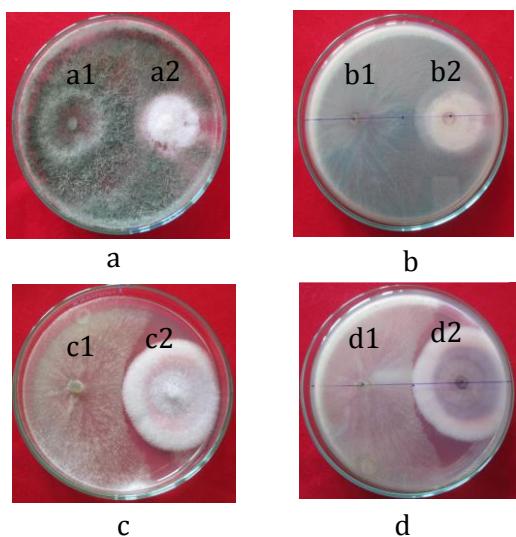
No	Kode Isolat	Daya hambat terhadap <i>Fusarium oxysporum</i> (%)
1	CBA1	11,00
2	CBA5	58,25
3	CBA6	43,75
4	CBA8	45,88
5	CBA14	47,50
6	CBA16	44,63
7	CBA17	30,88
8	CBA21	47,50
9	CBA22	32,63
10	CBA27	42,75
11	CBA31	47,75
12	CBA33	23,88
13	CBA37	55,75

Mekanisme bakteri dan cendawan endofit dalam menekan patogen beragam. Mekanisme isolat

bakteri endofit asal akar bambu dalam menghambat pertumbuhan miselium *F. oxysporum* diduga melalui antagonisme atau antibiosis (Gambar 1). Cendawan endofit asal akar bambu memiliki kecepatan tumbuh lebih cepat dibanding *F. oxysporum* pada media PDA. Isolat-isolat cendawan endofit tersebut diduga memiliki mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi dalam menghambat pertumbuhan patogen *F. oxysporum* (Gambar 2).



Gambar 1 Antagonisme bakteri endofit terhadap pertumbuhan miselium patogen *F. oxysporum*, bakteri endofit isolat BBA15 bersifat antagonis (a) dan bakteri endofit tidak bersifat antagonis (b dan c)



Gambar 2. Antagonisme cendawan endofit terhadap pertumbuhan miselium patogen *F. oxysporum*. Isolat cendawan endofit CBA37 bersifat antagonis (a dan b) dan isolat cendawan endofit tidak bersifat antagonis (c dan d). Permukaan koloni (a dan c) dan bagian bawah koloni (b dan d). Koloni isolat cendawan endofit (a1-d1) dan koloni *F. oxysporum* (a2-d2)

4. Pembahasan

Mikrob endofit memiliki potensi dalam menekan infeksi patogen melalui berbagai mekanisme (Hallmann *et al.* 1997). Ada beberapa mekanisme antagonis cendawan endofit yang telah dilaporkan,

diantaranya; antibiosis dan hiperparasit (Purwantisari dan Hastuti 2009), mikoparasit dan kompetisi (Bailey *et al.* 2008). Kolonisasi ruang dan kompetisi nutrisi antara isolat cendawan endofit akar bambu dan *F. oxysporum* terlihat bahwa isolat cendawan endofit lebih cepat tumbuh dan memenuhi ruang cawan petri pada uji *dual culture* sehingga pertumbuhan patogen *F. oxysporum* menjadi tertekan. Octriana (2011) menyatakan bahwa kemampuan berkompetisi merupakan faktor penting dalam menentukan aktivitas cendawan antagonis. Adanya kemampuan ini menyebabkan patogen tidak memperoleh ruang atau *infection site* untuk tempat hidupnya dan tidak memperoleh nutrisi sebagai sumber energi sehingga pertumbuhan dan perkembangannya terhambat. Terhambatnya pertumbuhan miselium patogen juga diduga terjadinya lisis pada miselium *F. oxysporum*. Cendawan endofit dapat mengeluarkan enzim lisis seperti kitinase, glukanase, protease, dan xilanase (Mariana dan Budi 2013). Enzim-enzim tersebut mendegradasi senyawa-senyawa penyusun dinding sel patogen yang bekerja secara spesifik.

Kebanyakan bakteri endofit memiliki sifat antagonis terhadap cendawan patogen berupa antibiosis. Antibiosis merupakan kemampuan suatu organisme menghasilkan senyawa antimikrob sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan miselium cendawan pathogen (Bailey *et al.* 2008). Mekanisme antibiosis pada uji *dual culture* ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening sebagai zona penghambatan terhadap pertumbuhan miselium cendawan (Purwantisari dan Hastuti 2009) dan adanya perubahan warna pada media kultur sebagai akibat dari senyawa antimikrob yang dikeluarkan oleh endofit (Farida 1992). Senyawa antimikrob yang dihasilkan oleh bakteri endofit sangat beragam tergantung spesies isolat bakteri endofit. Senyawa antimikrob bakteri endofit berupa *bacilomicin D* (*n-C14* dan *C15-iso*) (Zhao *et al.* 2010), surfaktin, *iturin*, *fengycin*, *bacillibactin*, *bacilysin/chlorotetaine*, *macrolactin*, *bacillaene*, *difficidin*, dan *plantazolicin* (Dunlap *et al.* 2013). Senyawa antimikrob ini mengakibatkan pertumbuhan abnormal pada hifa cendawan patogen, hifa mengalami pemendekan dan pembengkakan, serta terjadi lisis pada hifa karena enzim yang dihasilkan oleh bakteri endofit (Eliza *et al.* 2007). Senyawa Leu7-surfactin bakteri endofit mampu mereduksi mikotoksin fumosinin yang disekresi oleh patogen *Fusarium verticillioides* (Sawada) Wollenw (Bacon *et al.* 2002) dan melarutkan membran sel patogen (Bacon *et al.* 2012). Ada juga senyawa antimikrob yang berupa molekul protein dihasilkan oleh *Bacillus subtilis*

strain E1R yang dapat menyebabkan lisinya dinding sel hifa patogen *Gaeumannomyces graminis var. tritici* J. Walker (Liu et al. 2009).

5. Kesimpulan

Isolasi mikroba endofit akar bambu diperoleh 1 isolat bakteri endofit dan 13 isolat cendawan endofit yang berpotensi antagonis terhadap *F. oxysporum*. Kemampuan antagonisme mikrob endofit asal akar terhadap patogen *F. oxysporum* adalah 28,25% oleh bakteri endofit dan 11,00-58,25% oleh cendawan endofit. Bakteri endofit memiliki mekanisme antibiosis dan cendawan endofit memiliki mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi dalam menekan pertumbuhan miselum patogen *F. oxysporum* penyebab penyakit kuning pada tanaman lada.

6. Daftar Pustaka

- Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Edisi 3. New York (US): Elsiveir Academic Pr.
- Alabouvette C, Olivain C, Steinberg C. 2006. Biological control of plant disease: in European situation. *Eur J Plant Pathol*. 114:329-341.doi:10.1007/s10658-005-0233-0.
- Alfizar, Marlina, Susanti F. 2013. Kemampuan antagonis *Trichoderma* sp. terhadap beberapa jamur paogen in vitro. *J Floratek*. 8:45-51.
- Amin N, Asman, Abdullah T. 2012. Isolasi dan identifikasi cendawan endofit dari klon tanaman kakao tahan VSD M.05 dan klon rentan VSD M.01. Di dalam: *Seminar Nasional Agroforestri III*; 2012 Mei 29-30; yogyakarta(ID). [Internet]. [Diunduh 2013 Apr 21]. Tersedia pada: <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/1497>.
- Bacon CW, Hinton DM. 2002. Endophytic and biological control potential of *Bacillus mojavensis* and related species. *Biocontrol*. 23(3):274-284.doi:10.1006/bcon.2001.1016.
- Bacon CW, Hinton DM, Mitchell TR, Snook ME, Olubajo B. 2012. Characterization of endophytic strains of *Bacillus mojavensis* and their production of surfactin isomers. *Biocontrol*. 62:1-9.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2014. *Kepulauan Bangka Belitung dalam Angka 2014*. Pangkalpinang (ID): BPS Kepulauan Bangka Belitung.
- Cook RJ, Baker KF. 1996. The Nature and Practice of Biocontrol of Plant Pathogens. Minnesota (US): APS Pr.
- Bailey BA, Bae H, Strem MD, Crozier J, Thomas SE, Samuels GJ, Vinyard BT & Holmes KA. 2008. Antibiosis, mycoparasitism, and colonization success for endophytic *Trichoderma* isolates with biological control potential in *Theobroma cacao*. *Biological Control* 46(1):24-35.
- Dunlap CA, Bowman MJ, Schisler DA. 2013. Genomic analysis and secondary metabolite production in *Bacillus amyloliquefaciens* As 43,3: a biocontrol antagonist of fusarium head blight. *Biocontrol*. 64:166-175.
- Eliza, Munif A, Djatnika I, Widodo. 2007. Karakter fisiologis dan peranan antibiosis bakteri perakaran gramineae terhadap fusarium dan pemacu pertumbuhan tanaman pisang. *J Hort*. 17(2):150-160.
- Farida S. 1992. Penggunaan jamur saprob tanah untuk mengendalikan *F. oxysporum oxysporum* pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculenta*). *J IPM* 2 (1):24-29
- Fishal EMM, Meon S & Yun WM. 2010. Induction of tolerance to *F. oxysporum* wilt and defense-related mechanisms in the plantlets of susceptible berangan banana pre-inoculated with *Pseudomonas* sp. (UPMP3) and *Burkholderia* sp. (UPMB3). *Agricultural Sciences in China* 9(8):1140-1149.
- Ginting KH. 2015. Analisis posisi lada putih Indonesia di pasar lada putih dunia [tesis]. Bogor (ID): IPB.
- Hallmann J, Quadt-Hallmann, Mahaffee WF, Kloepper JW. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can J Microbiol* 43: 895-914.
- Harni R, Munif A. 2012. Pemanfaatan agens hayati endofit untuk mengendalikan penyakit kuning pada tanaman lada. *Bul RISTRI*. 3(3):201-206.
- Liu B, Qiao H, Buchenauer H, Han Q, Kang Z, Gong Y. 2009. Biological control of take-all in wheat by endophytic *Bacillus subtilis* E1R-j and potential mode of action. *Biocontrol*. 49 (3):277-285.doi:10.1016/j.biocontrol.2009.02.007.
- Mariana dan Budi IS. 2013. Eksplorasi cendawan antagonis terhadap *Ganoderma* sp. penyebab penyakit busuk batang kelapa sawit. *Agroscientiae*. 20(2):61-65.
- Munif A, Sulistiawati. 2014. Pengelolaan penyakit kuning pada tanaman lada oleh petani di wilayah Bangka. *J Fitopatol Indones*. 10(1):8-16.
- Mustika I. 2005. Penyakit kuning pada tanaman lada dan cara pengendaliannya [internet]. [diunduh 2015 September 15]. Tersedia pada: <http://balitetro.litbang.pertanian.go.id/ind/images/file/Perkembangan%20TRO/edsusvol17no2/5Ika.pdf>
- Octriana L. 2011. Potensi agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *Phytium* secara in vitro. *Buletin Plasma Nutfah* 17 (2): 138-142.

- Purwantisari S & Hastuti RB. 2009. Uji antagonis jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang menggunakan *Trichoderma* spp isolat lokal. *Bioma* 11 (1): 24-32
- Safitri D. 2012. Potensi bakteri endofit untuk meningkatkan ketahanan tanaman lada (*Piper nigrum* Linn) terhadap serangan *Phytophthora capsici* Leon penyebab penyakit busuk pangkal batang (BPB) [tesis]. Bogor: IPB.
- Sikora RA, Pocasangre L, Zum Fedle A, Niere B, Vu TT, Dababat AA. 2008. Mutualistic endophytic fungi and in-planta suppressiveness to plant parasitic nematodes. *J Biocontrol*. 46:15-23.doi:10.1016/j.biocontrol.2008.02.011.
- Singh UB, Sahu A, Sahu N, Singh BP, Singh RK, Renu, Singh DP, Jaiswal RK, Sarma BK, Manna MC, et al. 2013. Can endophytic *Arthrobotrys oligospora* modulate accumulation of defencerelated biomolecules and induced systemic resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) against root knot disease caused by *Meloidogyne incognita*. *Appl Soil Ecol*. 63:45-56.
- Silva HAS, Tozzi JPL, Terassan CRF & Bettoli W. 2012. Endophytic microorganisms from coffee tissues as plant growth promoters and biocontrol agents of coffee leaf rust. *Biocontrol* 63: 62-67.
- Ting ASY, Mah SW & Tee CS. 2012. Evaluating the feasibility of induced host resistance by endophytic isolate *Penicillium citrinum* BTF08 as a control mechanism for *F. oxysporum* wilt in banana plantlets. *J. Biological control* 61:155-159.
- Zhao Z, Wang Q, Wang K, Brian K, Liu C, Cu Y. 2010. Study of the fungal activity of *Bacillus vallismortis* ZZ185 in vitro and identification of its antifungal components. *Biortech*. 101:292-297.doi:10.1016/j.biortech.2009.07.071.