

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT PADA TANAMAN JERUK (*Citrus* sp.)
FUSIPROTOPLAS DENGAN KETAHANAN BERBEDA TERHADAP
Botriodiplodia theobromae Pat.**

Yunita Dian Puspita, Liliek Sulistyowati, dan Syamsuddin Djauhari

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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh keanekaragaman jamur endofit pada jaringan tanaman jeruk fusiprotoplas terhadap ketahanan tanaman oleh serangan *Botriodiplodia theobromae*. Pada penelitian ini, dilakukan eksplorasi terhadap jamur endofit pada daun, ranting dan akar jeruk hasil fusiprotoplas yang telah melewati uji ketahanan terhadap patogen *B. theobromae*. Perakitan tanaman jeruk melalui proses fusiprotoplas dengan tetua Satsuma Mandarin dan Siam Madu telah dilakukan oleh Martasari (2009). Ketahanan tanaman jeruk fusiprotoplas tersebut telah diuji terhadap infeksi *B. theobromae*, kemudian dikelompokkan kedalam tiga kategori yaitu tahan, moderat, dan rentan (Ragayatsu, 2012). Sampel tanaman jeruk diambil dari Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (Balitjestro) Batu dan dilakukan penelitian dilaboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan April hingga Juni 2013. Sebanyak 5 tanaman pada masing-masing kategori ketahanan diambil jaringannya untuk dieksplorasi. Hasil penelitian dapat diketahui bahwa jumlah genus jamur endofit lebih banyak ditemukan pada tanaman jeruk fusiprotoplas kategori tahan yaitu sebanyak 13 genus, kemudian kategori moderat dan rentan masing-masing adalah 11 dan 10 genus. Keanekaragaman genus jamur endofit pada tanaman jeruk fusiprotoplas tersebut, diduga mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap serangan *B. theobromae*. Jamur endofit yang diperoleh berjumlah 94 isolat, terdiri dari genus *Microsporium*, *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Acremonium*, *Zygodessmus*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Botryosporium*, *Nigrosporum*, *Mucor*, *Clyndrophora*, *Botrytis*, *Verticillium*, *Mastigosporium*, *Humicola*, *Trichocladium* dan *Aspergillus*, dari jamur tersebut didominasi oleh genus *Colletotrichum*.

Kata kunci: eksplorasi, fusiprotoplas, jamur endofit, jeruk

ABSTRACT

This research aims to understand the influence between the diversity of endophytic fungi on plant tissue of citrus protoplast fusion and the plant resistance to *Botriodiplodia theobromae* attacks. In this research, we explore the endophytic fungi on leaves, branches and roots of citrus protoplast fusion that have passed the resistance test of *B. theobromae*. Protoplast fusion of Siam Madu and Satsuma Mandarin citrus has been done by Martasari (2009). The citrus protoplast fusion test for resistance of *B. theobromae* has been evaluated and grouped into three level, resistant, moderate, and vulnerable (Ragayatsu, 2012). We obtained the plants sample from Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika

(Balitjestro) Batu and this research was conducted in the laboratory of Biotechnology, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University in April to June 2013. The results showed that the genus number of endophytic fungi in 'resistant' level more than in 'moderate' than 'vulnerable' level, there were 13, 11 and 10 genus respectively. Diversity of endophytic fungi in citrus fusiprotoplas were influence the plant resistance to *B.theobromae* attack. Totally, we obtained 94 isolates of endophytic fungi, consists of the genus *Microsporium*, *Fusarium*, *Cephalosporium*, *Acremonium*, *Zygodessmus*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Botryosporium*, *Nigrosporum*, *Mucor*, *Clyndrophora*, *Botrytis*, *Verticillium*, *Mastigosporium*, *Humicola*, *Aspergillus*, and *Trichocladium*, dominated by the genus of *Colletotrichum*.

Keywords: exploration, protoplas fusion, endophytic fungi, citrus

PENDAHULUAN

Tanaman dapat berperan sebagai inang dari mikroorganisme yang menguntungkan. Mikroorganisme yang menguntungkan tersebut dapat dikenal dengan istilah endofit (Bacon dan white, 2000). Istilah endofit pertama kali diperkenalkan oleh de Bary (1886). Endofit merupakan mikroorganisme yang terdapat pada jaringan tanaman inang sehat tanpa menimbulkan gejala penyakit untuk seluruh atau sebagian siklus hidup mereka (Petrini, 1986). Jamur endofit yang berada di dalam jaringan tanaman merupakan mikroorganisme yang masih belum tereksplorasi keberadaannya. Diperkirakan bahwa terdapat paling tidak satu juta spesies jamur endofit (Bharathidasan & Panneerselvam, 2011). Saat ini jamur endofit mendapat perhatian yang lebih karena ditemukan kegunaan dari endofit untuk melindungi tanaman inang dari serangan organisme pengganggu tanaman seperti hama maupun patogen.

Citrus sp. secara umum dikenal dengan nama jeruk termasuk ke dalam kelompok tanaman angiospermae. Tanaman ini dapat dibudidayakan melalui metode konvensional dan

pemuliaan tanaman. Secara umum teknik pemuliaan yang digunakan adalah dengan menyilangkan tanaman melalui polen pada kepala putik. Namun dengan adanya faktor genetik alami sehingga menyebabkan tanaman *incompatible* atau tidak dapat disilangkan, maka dikembangkan teknik fusiprotoplas, yaitu teknik menyilangkan tanaman melalui sel somatik. Karakter tanaman jeruk hasil fusiprotoplas perlu diuji ketahanannya terhadap serangan hama dan penyakit. Perakitan tanaman jeruk melalui proses fusiprotoplas dengan tetua Satsuma Mandarin dan Siam Madu telah dilakukan oleh Martasari (2009). Ketahanan tanaman jeruk fusiprotoplas telah diuji terhadap infeksi jamur *Botriodiplodia theobromae*, kemudian dikelompokkan kedalam tiga kategori yaitu tahan, moderat, dan rentan (Ragayatsu, 2012). Ketahanan terhadap serangan patogen diduga disebabkan karena metabolit sekunder yang dikeluarkan oleh tanaman yang berasosiasi dengan jamur endofit (Adler *et al.*, 2001; Zhao *et al.*, 2010; Erdogan *et al.*, 2012; Maknickiene *et al.*, 2013). Endofit dapat menghasilkan bioaktif metabolit dalam jumlah banyak, yang terlibat didalam hubungan antara endofit dan

inang (Strobel, 2003; Rekha *et al.*, 2013) serta endofit dapat berpotensi untuk menghasilkan produk alami yang digunakan dalam bidang industri farmasi maupun pertanian (Bacon dan White, 2000).

Pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh keanekaragaman jamur endofit terhadap tingkat ketahanan tanaman oleh serangan patogen perlu dikaji lebih lanjut. Pada penelitian ini, dilakukan eksplorasi terhadap jamur endofit pada daun, ranting dan akar jeruk yang dibudidayakan melalui teknik fusiprotoplas dan yang telah melewati uji ketahanan terhadap patogen *B. theobromae*.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian dan pengambilan sampel tanaman

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Bioteknologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan April hingga Juni 2013.

Tanaman jeruk yang dieksplorasi adalah tanaman dari Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika (*Balitjestro*) Desa Tlekung, Kecamatan Junrejo, Batu, Jawa Timur. *Balitjestro* terletak di ketinggian 680-1.200 meter di atas permukaan laut dengan suhu udara rata-rata 15-19°C, kelembaban udara sekitar 75 – 98% dan curah hujan rata-rata 875 – 3000 mm per tahun. Sebanyak 5 tanaman pada masing-masing kategori ketahanan diambil jaringannya untuk dieksplorasi.

Bagian tanaman yang diambil untuk proses eksplorasi berada dalam kondisi sehat, serta tidak menunjukkan adanya gejala infeksi dari penyakit (Selim *et al.*, 2012). Contoh daun yang

diambil merupakan daun yang sudah dewasa, sedangkan ranting dipilih secara acak dari beberapa bagian tanaman yang berbeda. Daun dan ranting yang diambil terletak 75 cm dari permukaan tanah. Sedangkan akar yang dieksplorasi diambil pada kedalaman 15-20 cm dari permukaan tanah dengan panjang 15 cm dari pangkal batang dan diameter akar berkisar 0.5-1.5 cm. Sampel bagian tanaman tersebut diletakkan di dalam kantong plastik steril dan dibawa ke laboratorium untuk isolasi jamur endofit.

Isolasi Jamur Endofit

Isolasi jamur endofit pada daun dilaksanakan berdasarkan metode yang dideskripsikan oleh Maksu *et al.*, (2011). Daun dicuci di bawah air mengalir selama 5-8 menit, kemudian dikering anginkan. Daun direndam di dalam alkohol 70% selama 1 menit, 4% larutan NaOCl selama 4 menit, alkohol 70% selama 30 detik dan aquadest steril selama 3 menit, kemudian dikering anginkan pada *tissue* steril. Setelah dilakukan sterilisasi permukaan, selanjutnya daun dipotong menjadi fragmen kecil dengan luas 1 cm² dalam kondisi aseptis menggunakan *scalpel* steril. Potongan daun kemudian diletakkan ke dalam cawan petri yang berisi media PDA, diinkubasi pada suhu 25 °C selama 25 hari.

Metode yang digunakan untuk isolasi jamur endofit pada bagian akar dan batang dilakukan berdasarkan metode yang diuraikan oleh Vijay *et al.*, (2009), yaitu akar dicuci pada air mengalir selama 10 menit sebelum sterilisasi permukaan. Sterilisasi permukaan dilakukan dengan merendam akar pada alkohol 70% selama 1 menit, 5% larutan NaOCl selama 5 menit, alkohol 70% selama 30

detik dan aquadest steril selama 3 menit, selanjutnya dikering anginkan pada *tissue* steril. Akar dipotong menjadi beberapa segmen dengan panjang berkisar 1-1.5 cm. Potongan akar selanjutnya diletakkan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 25 hari. Kemudian pada aquades bilasan terakhir diambil 1ml dan dituang (diisolasi) ke PDA baru lainnya, perlakuan ini berfungsi sebagai kontrol.

Identifikasi

Isolat jamur endofit yang telah dimurnikan kemudian dilakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis yang selanjutnya diidentifikasi berdasarkan panduan identifikasi oleh Barnett (1969). Pengamatan makroskopis meliputi warna koloni, bentuk koloni, tekstur koloni dan pertumbuhan koloni. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis antara lain, hifa bersekat atau tidak bersekat, pertumbuhan hifa (beranting atau tidak beranting), warna hifa (gelap atau hialin transparan), warna konidia (gelap atau hialin transparan), ada tidaknya konidia dan warna bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan).

Analisa Data

Pada penelitian ini, analisa data dilakukan secara deskriptif, yaitu mengeksplorasi jamur endofit dari jaringan daun, ranting dan akar tanaman jeruk fusiprotoplas dengan tingkat ketahanan berbeda terhadap *B. theobromae*.

Analisa deskriptif dilakukan dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sehingga diperoleh kesimpulan yang mendukung hipotesis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil eksplorasi jamur endofit baik dari jaringan daun, ranting dan akar pada tanaman jeruk hasil fusiprotoplas kategori tahan diperoleh total koloni sejumlah 30 isolat, kategori moderat sebanyak 31 isolat, sedangkan rentan sebanyak 32 isolat. Tingkat keanekaragaman jamur endofit tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Dari data yang disajikan dapat diketahui bahwa pada tanaman jeruk kategori tahan terdapat tiga genus jamur yang tidak dimiliki oleh kategori moderat dan rentan. Ketiga genus jamur tersebut adalah *Zygodessmus*, *Mucor* dan *Botryosporium*. Mekanisme jamur endofit yang berperan dalam reaksi ketahanan digolongkan menjadi dua, yaitu langsung dan tidak langsung. Efek secara tidak langsung didefinisikan sebagai jamur endofit mampu menginduksi tanaman inang untuk menaikkan senyawa kimia intrinsik atau senyawa pertahanan anti patogen (Aneja dan Gianfagna, 2001; Durrant dan Dong, 2004). Efek langsung merupakan senyawa pertahanan anti patogen yang dihasilkan secara langsung oleh jamur endofit itu sendiri, sehingga senyawa tersebut merupakan senyawa ekstrinsik bagi tanaman inang (Stovall dan Clay, 1991; Stahla dan Christensen, 1992). Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa tanaman jeruk fusiprotoplas pada kategori tahan mempunyai keanekaragaman jamur endofit yang lebih tinggi daripada tanaman kategori moderat dan sedang. Keanekaragaman jamur endofit yang tinggi ditunjukkan oleh semakin beragamnya genus jamur endofit tersebut.

Tingginya keanekaragaman tersebut diduga dapat menyebabkan

tanaman menjadi tahan. Hal ini disebabkan karena semakin kompleks

Tabel 1. Genus Jamur Endofit yang dieksplorasi pada Jaringan Tanaman Jeruk Fusiprotoplas pada Masing-Masing Tingkat Ketahanan Tanaman

No.	Genus Jamur Endofit	Kategori Ketahanan Tanaman								
		Tahan			Moderat			Rentan		
		D	R	A	D	R	A	D	R	A
1.	<i>Microsporium</i>	√	-	-	-	-	-	√	-	-
2.	<i>Fusarium</i>	√	√	√	√	√	√	-	√	√
3.	<i>Cephalosporium</i>	√	-	√	√	√	√	-	√	√
4.	<i>Acremonium</i>	√	-	√	√	-	√	√	√	-
5.	<i>Zygodessmus</i>	√	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	<i>Colletotrichum</i>	√	√	√	√	√	-	√	√	√
7.	<i>Curvularia</i>	√	-	-	√	-	-	-	-	-
8.	<i>Botryosporium</i>	√	-	-	-	-	-	-	-	-
9.	<i>Nigrospora</i>	-	√	√	-	-	-	-	-	-
10.	<i>Mucor</i>	-	√	-	-	-	-	-	-	-
11.	<i>Botrytis</i>	-	√	-	-	-	-	-	-	√
12.	<i>Cylindrophora</i>	-	√	-	√	√	-	√	-	-
13.	<i>Verticillium</i>	-	-	√	√	-	√	√	√	√
14.	<i>Mastigosporium</i>	-	-	-	√	-	-	-	-	-
15.	<i>Humicola</i>	-	-	-	√	-	-	-	-	-
16.	<i>Nigrospora</i>	-	-	-	√	-	√	-	-	-
17.	<i>Trichocladium</i>	-	-	-	√	√	-	√	-	-
18.	<i>Aspergillus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	√

Keterangan : (D) Daun, (R) Ranting, (A) Akar

senyawa ekstrinsik yang dikeluarkan oleh jamur endofit untuk melindungi tanaman inang dari serangan patogen penyebab penyakit, atau dapat dikatakan bahwa beragamnya senyawa ekstrinsik yang dikeluarkan oleh jamur endofit berimbas kepada ketahanan tanaman. Selain itu, tanaman menggunakan pola pengenalan reseptor untuk mengenali tanda-tanda keberadaan mikrobial. Pengenalan ini memicu timbulnya reaksi imun. Tanaman juga membawa reseptor imun yang mengenali berbagai sinyal yang dikeluarkan patogen.

Ketahanan berimbas merupakan suatu kondisi dimana tanaman meningkatkan kapasitas bertahan

ketika terjadi rangsangan dari patogen atau herbivora. *Systemic acquired resistance* (SAR) dan *induced systemic resistance* (ISR) merupakan dua bentuk dari sistem ketahanan berimbas dimana pertahanan tanaman disiapkan akibat adanya infeksi atau perlakuan yang mengakibatkan tanaman menjadi tahan melawan serangan selanjutnya dari patogen atau herbivora. Keadaan ini sangat efektif bagi tanaman dalam mempertahankan diri melawan patogen dengan spektrum luas.

SAR dapat terpicu akibat terjadinya paparan mikroba virulen, avirulen dan nonpatogen pada tanaman. SAR bergantung pada tanaman dan adanya serangan patogen. Sejumlah

waktu diperlukan untuk membentuk SAR dimana akumulasi dari *pathogenesis-related proteins* (kitinase dan glukonase), dan asam salicylic terjadi. Tidak seperti SAR, ISR tidak terlibat dalam akumulasi *pathogenesis-related proteins* atau asam salicylic, namun bergantung pada jalur yang diregulasi oleh etylen dan asam jasmonic (Devendra *et al.*, 2007).

Beberapa jamur endofit dapat memproduksi enzim seperti selulosa dan lignin yang berperan untuk mendegradasi daun (Carroll dan Carroll, 1978), menghasilkan hormon giberelin pada tanaman (Hamayun *et al.*, 2009), menaikkan laju fotosintesis (Clay 1990; Marks dan Clay, 1996) serta memproduksi senyawa metabolit sekunder (Strobel dan Daisy, 2003), yang berperan dalam reaksi ketahanan tanaman melawan serangan patogen (Rodriguez *et al.*, 2004) dan hama (Faeth dan Bultman, 2002; Fernandes dan Price, 1992). Fakta tersebut, menunjukkan bahwa endofit memiliki peran yang penting di dalam komunitas ekologis.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Redman *et al.*, (2002) menyatakan bahwa rumput yang diinfeksi oleh jamur endofit, mampu bertahan pada tanah dengan suhu 65°C, sedangkan rumput tanpa endofit tidak mampu bertahan hidup. Tanaman yang diinfeksi oleh jamur endofit juga mampu mengurangi gugurnya daun akibat kerusakan yang disebabkan oleh infeksi patogen *Phytophthora palmivora* (Arnold *et al.*, 2003). Herre *et al.*, (2003) menyatakan bahwa jamur endofit yang berasosiasi di dalam *Theobroma cacao*, dapat mencegah tanaman tersebut mengalami kerusakan yang disebabkan oleh patogen, yang dikarenakan jamur endofit berperan dalam regulasi beberapa gen yang diketahui sebagai gen ketahanan.

Dengan demikian, secara tidak langsung jamur endofit mempengaruhi pertahanan tanaman inang dengan cara menaikkan vigor atau mempengaruhi ekspresi gen spesifik dari tanaman inang tersebut.

Secara keseluruhan dari penelitian ini didapatkan jamur endofit dengan jumlah isolat sebanyak 94 isolat, yang didominasi oleh genus *Colletotrichum*. Hasil dari penelitian ini sesuai dengan penelitian oleh Estela *et al.*, (2005) yang mengemukakan bahwa jamur endofit yang berasosiasi dengan *Citrus limon* (L.) Burm, didominasi oleh *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. in Penz, serta didukung hasil penelitian oleh Avezdo *et al.*, (2000) yaitu genus jamur *Colletotrichum* and *Guignardia* mendominasi spesies jamur endofit yang diisolasi dari daun *Citrus deliciosa*, *C. reticulata* dan hibrid antara *C. reticulata* x *C. sinensis*.

KESIMPULAN

Jumlah genus jamur endofit lebih banyak ditemukan pada tanaman jeruk fusiprotoplas kategori tahan yaitu sebanyak 13 genus, kemudian kategori moderat dan rentan masing-masing adalah 11 dan 10 genus, Keanekaragaman genus jamur endofit pada tanaman jeruk fusiprotoplas diduga mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap serangan *B. theobromae*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yunimar, S.Si., M.Si yang membimbing dan mengarahkan penulis dalam melaksanakan penelitian, serta rekan-rekan Laboratorium Mikologi, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya yang

telah membantu dalam pelaksanaan penelitian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adler, L. S., R. Karban., dan S. Y Strauss. 2001. Direct and indirect effects of alkaloids on plant fitness via herbivory and pollination. The Ecological Society of America. 82 (7): 2032-2044.
- Aneja, M., dan T. Gianfagna. 2001. Induction and accumulation of caffeine in young, actively growing leaves of cocoa (*Theobroma cacao* L.) by wounding or infection with *Crinipellis perniciosa*. Physiological and Molecular PlantPathology 59:13-16.
- Arnold, A. E., dan E. A. Herre. 2003. Canopy cover and leaf age affect colonization by tropical fungal endophytes: ecological pattern and process in *Theobroma cacao* (Malvaceae). Mycologia 95:388-398.
- Arnold, A. E., L. C. Meji'a, D. A. Kylo, E. I. Rojas, Z. Maynard, N. Robbins., dan E. A. Herre. 2003. Fungalendophytes limit pathogen damage in a tropical tree. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)100:15649-15654.
- Azevedo, J. L., W. Maccheroni Jr, J. O. Pereira., dan W. L. de Araújo. 2000. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. Electronic Journal of Biotechnology 3:1.
- Barnett, H. I. 1969. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company. Minneapolis.
- Bharathidasan, R., dan A. Panneerselvam. 2011. Isolation and identification of endophytic fungi from *Avicennia marina* in Ramanathapuram District, Karankadu, Tamilnadu, India .European Journal of Experimental Biology, 1 (3):31-36.
- Carroll, G. C., dan F. E. Carroll. 1978. Studies on the incidence of coniferous endophytes in the Pacific Northwest. Can J Botany56:3034-3043.
- Durrant, W. E., dan X. Dong. 2004. Systemic acquired resistance. Annual Review of Phytopathology 42:185-209.
- Erdogan, P., A. Yildirim., dan B. Sever. 2012. Investigations on the effects of five different plant extract on the two-spotted mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae). Hindawi Publishing Corporation Psyche Volume, Article ID 125284, 5.
- Estela, L., L. D. Ploper, J. C. Ramallo, Grandi, Durn, A. P. Rosely, Giancoli, C. H. Gata, dan J. L. Azevedo. 2005. The foliar fungal endophytes of Citrus limon in Argentina. Canadian Journal of Botany. 83:350.
- Faeth, S. H. dan T. L. Bultman. 2002. Endophytic fungi and interactionsamong host plants, herbivores and natural enemies. In:Tscharnkte T, Hawkins BA (eds) Multitrophic level interactions.Cambridge University Press, Cambridge. 89-123.
- Hamayun, M., S. A. Khan, N. Ahmad., D-S Tang., S-M Kang., C-I Na, E-Y Sohn, Y-H Hwang, D-H Shin, BH Lee, J-G Kim, dan I-J Lee. 2009. Cladosporium sphaerospermum as a new plant growth promoting endophytefrom the roots of

Glycine max L. Merr. World J
Microbiol

- Biotechnol 25:627-632.
- Maknickiene, Z., R. Asakaviciute, E. Baksienė, dan A. Razukaš. 2013. Alkaloid content variations in *Lupinus luteus* L. and *Lupinus angustifolius* L. Arch. Biol. Sci. 65 (1): 107-112.
- Martasari, C. 2009. Laporan Akhir RPTP Perbaikan Varietas Jeruk Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika. Batu.
- Petrini, O. 1986. Taxonomy of endophytic fungi of aerial plant tissues. In: Fokkema NJ, van den Huevel J, eds. Microbiology of the Phyllosphere. Cambridge, UK: Cambridge University Press. p 175-187.
- Ragayatsu, D. P.P. 2012. Evaluasi ketahanan tanaman jeruk (*Citrus* sp) hasil fusi protoplas jeruk satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) dan jeruk siam madu (*Citrus nobilis*) terhadap infeksi penyakit kulit diplodia (*Botryodiplodia theobromae* Pat.). Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Redman, R.S., K. B. Sheehan., R. G. Stout, R. J. Rodriguez, dan J. M. Henson. 2002. Thermotolerance generated by plant fungal symbiosis. Science 298:1581.
- Rekha., K. Jyoti., M. Bala., dan V. Arya. 2013. Endophytic fungus: a potential source of biologically synthesized nanoparticle. Basic Research Journal of Microbiology. 1(1):01-07.
- Rodriguez, R.J., R. S. Redman., dan J. M. Henson. 2004. The role of fungal symbioses in the adaptation of plants to high stress environments. Mitig Adapt Strateg Global Change 9:261-272.
- Selim, K.A., A. A. El-Beih, T. M. Abdel-Rahman, dan A. I. El-Diwany. 2012. Biology of Endophytic Fungi. Current Research in Environmental & Applied Mycology 2(1): 31-82.
- Stahla, P. D., dan M. Christensen. 1992. In vitro mycelial interactions among members of a soil microfungal community. Soil Biology and Biochemistry 24:309-316.
- Stovall, M. E., dan K. Clay. 1991. Fungitoxic effects of *Balansia cyperi*. Mycologia 83:288-295.
- Strobel G. 2003. Endophytes as sources of bioactive products. Microbes and Infection 5, 535-544.
- Strobel G. dan B. Daisy. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. Microbiol Mol Biol R 67:491-502.