

## Uji Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Stroberi terhadap *Alternaria alternata* Jamur Penyebab Bercak Daun (*Leaf Spot*) pada Tanaman Stroberi Secara *In Vitro*

### *In Vitro* Antagonism Test of Endophytic Fungi from Strawberry Plant and *Alternaria alternata* Cause Leaf Spot on Strawberry Plants

Zumrotul Ilmiah<sup>1\*</sup>, Mahanani Tri Asri<sup>1</sup>, Evie Ratnasari<sup>1</sup>, Yunimar<sup>2</sup>

1) Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Surabaya

2) Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah subtropika (Balitjestro)  
Tlekung, Batu

\*e-mail: ilmiahzumrotul@rocketmail.com

#### ABSTRAK

Eksplorasi penyakit tanaman stroberi di Kebun Percobaan Balitjestro menunjukkan bahwa 80% tanaman stroberi menunjukkan gejala bercak daun atau *leaf spot* yang disebabkan oleh infeksi jamur *Alternaria alternata*. Alternatif pengendaliannya menggunakan agen hayati, yaitu jamur endofit. Tujuan penelitian ini adalah menguji sifat antagonisme lima jamur endofit tanaman stroberi terhadap jamur *A. alternata* berdasarkan persentase hambatan, zona hambatan, dan diameter jamur *A. alternata* secara *in vitro*, menentukan isolat jamur endofit tanaman stroberi yang paling optimal menghambat pertumbuhan jamur *A. alternata* secara *in vitro* serta mengkarakterisasi isolat jamur endofit terbaik. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan lima jenis jamur endofit hasil seleksi dari 21 isolat jamur endofit yang telah dieksplorasi. Data persentase hambatan, zona hambatan, dan diameter koloni jamur *A. alternata* dianalisis dengan uji Anava dilanjutkan dengan uji Duncan. Isolat terbaik dikarakterisasi secara makroskopis meliputi warna dan bentuk permukaan koloni jamur dan secara mikroskopis meliputi bentuk konidiofor, konidia, dan diameter konidia. Hasil penelitian menunjukkan isolat jamur dengan kemampuan hambatan terbaik, yaitu *Penicillium* sp. dengan persentase hambatan sebesar  $58,475 \pm 3,30\%$ , sedangkan pada parameter zona hambat dan diameter koloni, tidak terdapat isolat dengan kemampuan penghambatan terbaik.

**Kata Kunci:** jamur endofit; *Alternaria alternata*; uji antagonisme; stroberi, *Penicillium* sp.

#### ABSTRACT

Exploration on the experimental farm Balitjestro was known that 80% of strawberry plants showed symptoms of leaf spot that causes lesions on the leaves, its caused by a fungal infection *Alternaria alternata*. Alternative control of this disease is the use of biological agents wich are antagonists. The purpose of this research was to examine the nature of the antagonism of 5 endophytic fungi strawberry plants against fungus *A. alternata* were calculated by the percentage of obstacles, and the diameter of zone of inhibition *in vitro*. Knowing isolates fungi endofit plant strawberries most optimal inhibiting the growth of fungi *A. alternata* *in vitro* and characterize isolates of endophytic fungi best. Research methods using a complete Randomized Design (RAL) with 5 treatments types of endophytic fungi selected from 21 isolates of endophytic fungi that have been explored. Fungal growth inhibition data were analyzed using Anova and continued with Duncan. The best isolate of endophytic fungi was characterized macroscopically and microscopically. The results showed fungal isolates with the best barrier capability is *Penicillium* sp. with barriers percentage of  $58,475 \pm 3.30\%$ , While in the parameters of an obstruct zone and diameter of a colony, there is no isolates to the ability of inhibition best.

**Key Words:** endophytic fungi; *Alternaria alternata*; antagonism test; strawberry; *Penicillium* sp.

#### PENDAHULUAN

Permasalahan pada budidaya buah stroberi di Indonesia adalah benih yang bebas penyakit dan kualitas buah stroberi yang rendah. Data perkembangan impor stroberi segar di Indonesia selama tahun 2005 sampai tahun 2012 mengalami peningkatan yaitu antara 200-250 ton pertahun

(Hanif, 2012). Hasil eksplorasi di Kebun Balitjestro diketahui bahwa 80% tanaman stroberi menunjukkan gejala bercak daun atau *leaf spot*. Gejala bercak daun menyebabkan lesi pada daun, membentuk bercak nekrotik berbentuk lingkaran berdiameter 2-5 mm, berwarna coklat gelap, ditemukan pada sejumlah varietas stroberi.

Penyakit ini disebabkan oleh infeksi jamur *Alternaria alternata* yang merupakan saprofit tanaman inang dan merupakan patogen primer (Dingley, 2012).

Infeksi jamur *A. alternata* menyebabkan kerusakan pada jaringan daun, buah, tangkai, tangkai buah, dan kaliks tanaman stroberi (Ellis, 2008). Kerusakan pada jaringan buah menyebabkan menurunnya kualitas dan kuantitas buah stroberi yang akan dipanen karena buah tidak dapat dikonsumsi. Penyakit ini dapat menjadi epidemi atau wabah di lahan pertanian stroberi terutama saat kelembaban yang relatif tinggi dan suhu rata-rata berkisar antara 20-25°C (Wada *et al.*, 1995). Penggunaan fungisida secara berlebihan dapat menyebabkan terjadinya fitotoksitas dan biaya produksi mengalami peningkatan tiga kali lipat (Alvey, 2011). Fitotoksitas menyebabkan daun tanaman menguning, layu dan kering terutama pada daun-daun muda. Pada gejala lebih berat tanaman mengalami kematian jaringan sehingga produksi berkurang drastis (Hartati, 2012).

Salah satu alternatif pengendalian penyakit bercak daun yaitu penggunaan agen hayati yang bersifat antagonis terhadap penyebab penyakit bercak daun. Eksplorasi agen hayati dilakukan dengan mengisolasi jamur endofit dari sampel akar, batang dan daun tanaman stroberi sehat. Hasil eksplorasi didapatkan 21 isolat jamur yang telah diuji antagonisme terhadap jamur *A. alternata*. Semua isolat jamur endofit ini diuji dengan uji biakan ganda. Hasil dari uji pendahuluan ini didapatkan 5 isolat terbaik yang memiliki persentase hambatan pertumbuhan *A. alternata* paling tinggi yaitu sebesar 36,65 sampai 47,90%, isolat tersebut adalah 12A1 (Sampel dari akar stroberi var. California), 12D3 (Sampel dari daun stroberi var. California), 21D1 (Sampel dari daun stroberi var. Berastagi), 21D2 (Sampel dari daun stroberi var. Berastagi) dan 37D1 (Sampel dari daun stroberi var. Tristar). Penelitian ini bertujuan untuk menguji antagonisme dari 5 isolat jamur endofit tanaman stroberi terhadap pertumbuhan jamur *A. alternata* secara *in vitro* dengan uji biakan ganda dan uji uap.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan rancangan acak lengkap, faktor perlakuan yaitu 5 jenis jamur endofit yang telah diseleksi dari 21 isolat jamur endofit hasil eksplorasi. Penelitian dilakukan pada bulan Mei-Juli 2014 di Balitjestro, Batu.

Karakterisasi jamur endofit terbaik dilakukan di Laboratorium Balai Karantina Pertanian Surabaya.

Alat dan Bahan yang digunakan yaitu pelubang gabus berdiameter 8 mm, *laminar air flow*, gelas ukur, timbangan digital, pinset, cawan Petri, plastik *cling wrap*, mikroskop, sampel tanaman stroberi sehat dan terinfeksi bercak daun, alkohol 70%, larutan *chlorox* 1% dan 3%, akuades steril, PDA (*Potato Dextrose Agar*) BD Difco, dan *Terramycin*.

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu pembuatan media PDA dengan komposisi 20 gram PDA bubuk dan 1 liter akuades steril direbus dan disterilisasi. Isolasi jamur endofit dari tanaman stroberi sehat diperoleh dari sampel akar, batang, dan daun yang dicuci dengan air mengalir, dibersihkan dalam larutan alkohol 70% ± 1 menit, larutan sodium hipoklorit 3% ± 4 menit, larutan alkohol 70% ± 30 detik, terakhir direndam dalam akuades steril selama 1 menit. Sampel lalu dipotong ± 1 cm dan ditanam dalam media PDA dan diinkubasi selama 2-5 hari pada suhu 25°C (Marlida *et al.*, 2013). Tahap isolasi Jamur *A. alternata* berasal dari sampel daun tanaman stroberi yang menunjukkan gejala bercak daun. Daun dibersihkan dengan akuades steril, direndam larutan sodium hipoklorit 0,1 % ± 30 detik, dipotong ± 1 x 1 cm, direndam akuades steril lalu dikeringkan di atas tisu dan siap diisolasi dalam media PDA (Agrios, 1996).

Tahap Uji Antagonisme dilakukan melalui 2 uji, yaitu uji biakan ganda dan uji uap. Uji biakan ganda dilakukan dengan menanam satu jenis isolat jamur endofit dan isolat jamur *A. alternata* dalam cawan Petri berdiameter 9 cm, jarak antar inokulum 4 cm. Inokulum jamur penyakit dan jamur endofit berupa potongan biakan berdiameter 8 mm yang diambil menggunakan pelubang gabus dengan diameter 8 mm (Sudantha dan Abadi, 2007). Hasil uji biakan ganda ini adalah data persentase hambatan dan zona hambatan. Persentase hambatan dihitung berdasarkan rumus luas koloni kontrol dikurangi luas koloni perlakuan dibagi luas koloni kontrol dikali 100% (Sudarma dan Suprpta, 2011). Luas koloni dihitung menggunakan kertas *milimeter block*. Zona hambat diukur berdasarkan jarak antara ujung koloni endofit dengan ujung koloni *A. alternata* yang tidak ditumbuhi miselium jamur (Sudantha dan Abadi, 2007). Tahap Uji uap dilakukan dengan menginkubasi biakan jamur endofit dan biakan jamur *A. alternata* pada cawan petri bagian dasar yang terpisah lalu ditangkupkan satu sama lain. Kedua dasar cawan kemudian direkatkan menggunakan selotip besar

dan *cling wrap*. Biakan jamur endofit dan *A. alternata* yang digunakan berdiameter 8 mm yang diambil menggunakan pelubang gabus. Posisi jamur endofit berada di bawah jamur *A. Alternata*. Pengamatan dilakukan dengan cara mengukur diameter koloni jamur *A. alternata* setiap 24 jam sampai biakan berumur lima hari (Sudantha dan Abadi, 2007).

Tahap karakterisasi isolat jamur endofit terbaik dilakukan pada isolat jamur endofit yang menghasilkan kemampuan menghambat paling tinggi. Karakterisasi dilakukan melalui pengamatan makroskopis dan pengamatan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi pengamatan warna dan bentuk permukaan koloni dalam media PDA, sedangkan pengamatan mikroskopis meliputi bentuk konidiofor, konidia dan diameter konidia (Sudantha, 2009).

## HASIL

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data persentase hambatan dan zona hambatan yang diperoleh melalui uji biakan ganda dan diameter koloni jamur *A. alternata* yang diperoleh melalui uji uap (Tabel 1.)

Hasil pengamatan persentase hambatan, zona hambatan dan diameter koloni *A. alternata* tersebut dianalisis menggunakan uji Anava satu arah dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil uji Duncan terhadap 3 parameter tersebut

menunjukkan bahwa hanya pada parameter persentase hambatan yang menghasilkan isolat jamur endofit yang paling optimal dalam menghambat pertumbuhan jamur *A. alternata* secara *in vitro*. Sedangkan untuk parameter zona hambatan dan diameter koloni tidak terdapat isolat jamur endofit yang paling optimal. Hasil penelitian Muksin *et al.*, (2013) menunjukkan bahwa uji antagonisme jamur secara *in vitro* menggunakan parameter persentase hambatan saja dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan kemampuan penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur patogen *Alternaria* secara *in vitro*. Isolat jamur endofit yang menghasilkan persentase hambatan paling tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lain yaitu isolat 12A1 dengan persentase hambatan sebesar 58,475%.

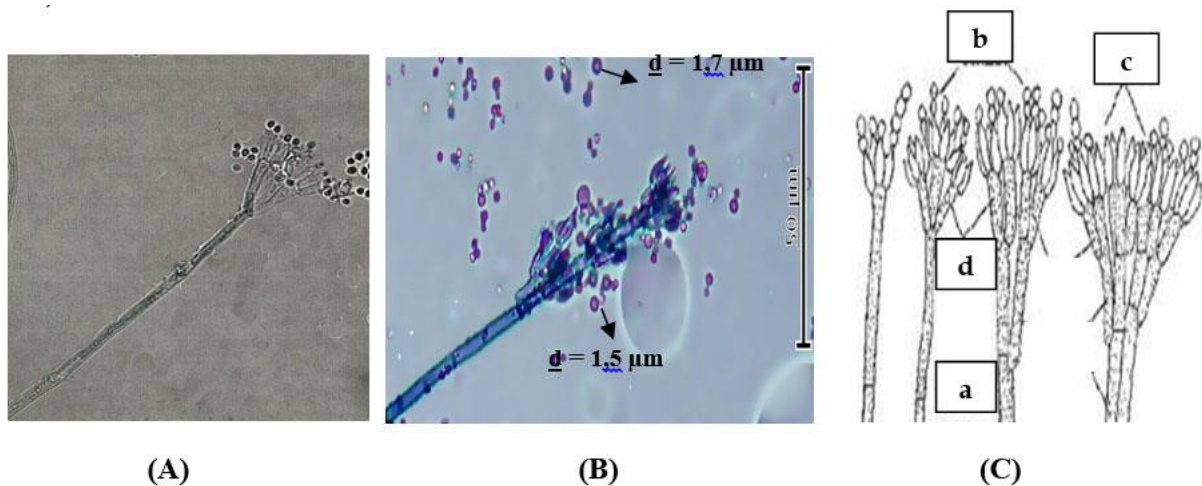
Hasil karakterisasi makroskopis 12A1 ciri-ciri miselium berwarna putih, permukaan koloni seperti kapas, lama-kelamaan koloni berwarna kehijauan. Pada pengamatan mikroskopis, percabangan konidiofor muncul pada bagian dekat ujung konidiofor dan membentuk bentukan seperti sapu, hifa berseptata, konidia berbentuk bulat atau ovoid, diameter konidia 1,5 – 1,7  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan identifikasi menurut Barnett and Hunter (1998), ciri-ciri tersebut menunjukkan isolat 12A1 merupakan kelompok jamur *Penicillium* (Gambar 1 dan 2).

**Tabel 1.** Rata-rata kemampuan penghambatan 5 jenis jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *A. alternata* secara *in vitro*.

Perlakuan	Hasil Pengamatan		
	Persentase hambatan $\pm$ SD (%)	Zona hambatan $\pm$ SD (cm)	Diameter koloni <i>A. alternata</i> $\pm$ SD (cm)
12A1	58,475 $\pm$ 3,30 <sup>d</sup>	0,50 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	3,40 $\pm$ 0,87 <sup>a</sup>
21D2	46,875 $\pm$ 4,71 <sup>c</sup>	0,40 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	3,91 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>
21D1	41,975 $\pm$ 5,56 <sup>bc</sup>	0,35 $\pm$ 0,12 <sup>ab</sup>	4,00 $\pm$ 1,16 <sup>a</sup>
12D3	38,125 $\pm$ 4,08 <sup>ab</sup>	0,35 $\pm$ 0,12 <sup>ab</sup>	3,95 $\pm$ 0,83 <sup>a</sup>
37D1	32,375 $\pm$ 1,70 <sup>a</sup>	0,18 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	4,31 $\pm$ 0,77 <sup>a</sup>
Kontrol	-	-	6,525 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>

### Keterangan:

- 12A1: Isolat dari akar stroberi varietas nomor 12 (California); 12D3: Isolat dari daun stroberi varietas nomor 12 (California); 21D1: Isolat dari daun stroberi varietas nomor 21 (Berastagi); 21D2: Isolat dari daun stroberi varietas nomor 21 (Berastagi); 37D1: Isolat dari daun stroberi varietas nomor 37 (Tristar).
- Notasi (a, b, c, dan d) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda nyata berdasarkan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 5%. Pada perlakuan uji biakan ganda (persentase hambatan dan zona hambatan), pertumbuhan koloni tunggal jamur *A. alternata* (kontrol) digunakan sebagai pembanding antar perlakuan.



**Gambar 2.** Pengamatan mikroskopis *Penicillium* perbesaran 400x: (A) Percabangan konidiofor pada bagian dekat ujung konidiofor berbentuk sapu; (B) Ukuran konidia 1,5 - 1,7  $\mu\text{m}$ ; (C) Referensi struktur mikroskopis *Penicillium* (Indrayoga, 2013); Keterangan: a. konidiofor b. Konidia c. Fialid d. Metulae..

### PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada parameter persentase hambatan didapatkan isolat jamur endofit yang paling tinggi dalam menghambat pertumbuhan jamur *A. alternata* yaitu sebesar  $58,475 \pm 3,30\%$ . Hasil ini sesuai dengan pernyataan Sudantha dan Abadi (2007) bahwa semakin tinggi nilai persentase hambatan dan semakin rendah pertumbuhan diameter jamur patogen, jamur endofitik dapat dikatakan menghambat pertumbuhan patogen paling optimal. Sedangkan pada parameter zona hambatan dan diameter koloni, 5 isolat jamur endofit yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kemampuan yang sama dalam menghambat pertumbuhan jamur *A. alternata*.

Mekanisme penghambatan pertumbuhan koloni jamur *A. alternata* melalui mekanisme kompetisi dengan *A. alternata* terutama dalam hal kompetisi ruang dalam media PDA (Sudantha dan Abadi, 2007). Dalam media PDA, keberadaan jamur endofit ini menyebabkan terbatasnya tempat tumbuh dan nutrisi untuk pertumbuhan jamur patogen. Kompetisi yang terjadi pada metode biakan ganda disebabkan adanya kebutuhan nutrisi seperti karbohidrat, protein, asam amino esensial, mineral dan elemen-elemen mikro seperti fosfor (P), magnesium (Mg), kalium (K), vitamin C (asam askorbat), beberapa vitamin B (tiamin, niasin, vitamin B6) (Mukarlina *et al.*, 2010). Gula dan karbohidrat dimanfaatkan oleh agen hayati sebagai sumber karbon yang berperan sebagai prekursor dari metabolit sekunder untuk

menghambat perkecambahan spora patogen (Soesanto, 2008).

Jamur *Penicillium* memiliki kemampuan yang paling tinggi dalam menghambat pertumbuhan jamur *A. alternata* penyebab penyakit bercak daun pada tanaman stroberi. *Penicillium* merupakan salah satu jenis jamur yang dapat dimanfaatkan sebagai agensia pengendali hayati patogen tumbuhan (Roeslan *et al.*, 2012). Menurut Haggag and Mohamed (2007), *Penicillium* sp. dapat bersifat antagonis melalui mekanisme yaitu mengeluarkan beberapa senyawa alkaloid seperti *agrokavine* dan *ergometrine* yang memiliki sifat anti jamur terhadap *Botrytis cinerea*, *Fusarium solani*, dan *Alternaria tenuis*. Selain itu Panda *et al.* (2005) menyatakan bahwa *Penicillium* sp. mampu menghasilkan senyawa antimikroba *griseofulvin* yang bersifat menghambat pertumbuhan fungi dengan cara mengganggu fungsi benang spindel dan mikrotubulus sitoplasma sehingga menghambat mitosis sel fungi. Selain mengeluarkan senyawa alkaloid, *Penicillium* juga menghasilkan enzim kitinase dan selulase (Nugroho *et al.*, 2013). Enzim kitinase yang dihasilkan *Penicillium* sp. dapat menghidrolisis ikatan  $\beta$ -1,4 antar subunit N-asetilglukosamin (NAGlc) pada polimer kitin.

Jamur endofit masuk dalam jaringan tanaman terutama melalui perakaran sekunder dengan mengeluarkan enzim selulase atau pektinase. Mikroba tersebut selanjutnya berkoloni pada titik tempatnya masuk yaitu pada zona akar. Endofit kemudian hidup dalam sel, ruang

inter seluler atau dalam sistem pembuluh (Prasetyoputri dan Ines, 2006).

Hasil analisis uji Duncan yang menunjukkan semua perlakuan memiliki kemampuan yang sama dalam menghambat pertumbuhan diameter koloni jamur *A. alternata* pada uji uap. Terhambatnya pertumbuhan koloni jamur *A. alternata* tersebut membuktikan bahwa terdapat beberapa senyawa menguap yang dihasilkan oleh jamur endofit yang digunakan. Jamur endofit dapat mengeluarkan senyawa antibiotik atau alkaloid yang mudah menguap. Berdasarkan hasil penelitian Ting *et al.* (2010) membuktikan bahwa jamur *Penicillium* sp. menghasilkan senyawa antijamur yang mudah menguap (volatil) yaitu glicidol, 2-asetil-5-metilfuran, asam asetat pentil ester, 1-propanol 2-metil, 1-butanol 2-metil, dan  $\alpha$ -pellandrin. Beberapa senyawa volatil tersebut merupakan golongan senyawa fenol yang dapat menyebabkan kerusakan pada membran plasma jamur patogen. Hal ini juga diperkuat oleh Einhelig (1986) senyawa fenolat dapat menurunkan permeabilitas membran sel.

### SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dapat diambil yaitu sebagai berikut. Lima isolat jamur endofit dapat menghambat pertumbuhan jamur *A. alternata* berdasarkan perhitungan persentase hambatan, zona hambatan dan diameter koloni jamur *A. alternata* secara *in vitro*. Terdapat perbedaan kemampuan penghambatan pertumbuhan jamur *A. alternata* pada parameter persentase hambatan, isolat terbaik adalah 12A1 dengan nilai persentase hambatan  $58,475 \pm 3,30\%$ . Sedangkan pada parameter zona hambat dan diameter koloni jamur *A. Alternata* tidak terdapat isolat yang terbaik. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa isolat terbaik merupakan jamur *Penicillium* sp.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agrios GN, 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Alvey A, 2011. *Alternaria alternata an Emerging Problem for Privet Nurseries*. <http://ccesuffolk.org/assets/galleries/Agriculture/Commercial-Nursery-and-Landscape-Management/Alternaria-leaf-spot-on-privet-fact-sheet-revised-4-11.pdf>. Diunduh tanggal 21 Maret 2014.
- Barnett HB, and Hunter BB, 1998. *Illustrated Genera Of Imperfect Fungi* third edition. Burgess Publishing Company.
- Dingley JM, 2012. Recors of Fungi Parasitic on Plants In New Zealand 1966-68. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 13: 325-337.
- Einhellig FA, 1986. Mechanism and modes of action of allelochemicals. In Putnam, A.R. and C.S. Tang (Eds). *The Science of Allelopathy*: 171-186.
- Ellis MA, 2008. *Strawberry leaf Diseases*. [http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/pdf/HYG\\_3015\\_08.pdf](http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/3000/pdf/HYG_3015_08.pdf). Diunduh tanggal pada 07 Pebruari 2014.
- Haggag WM and Mohamed AL, 2007. Biotechnological Aspect of Microorganisms Used in Plant Biological Control. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(6): 771-776.
- Hanif Z, 2012. *Sebaran stroberi (Fragaria ananassa) di Indonesia*. <http://zainurihanif.com/2012/07/15/sebaran-stroberi-fragaria-ananassa-di-indonesia>. Diunduh tanggal 09 juni 2013.
- Hartati SY, 2012. Efikasi Formula Fungisida Nabati terhadap Penyakit Bercak Daun Jahe *Phyllosticta* sp. *Jurnal Bul. Litro*, 4:1.
- Indrayoga PM, Sudarma IM, dan Puspawati N., 2013. Identifikasi Jenis dan Populasi Jamur Tanah pada Habitat Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.)
- Marlida Y, Peridnadi, dan Delifita R, 2013. *Isolasi dan Karakterisasi Emzim Phytase Mikroflora Endofitik Tanaman Kedelai (Glycine max L.)*. [https://www.google.com/url?sa=t&rc=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Frepository.unan.ac.id%2F4151%2F1%2FARTIKEL\\_HIBAH\\_BERSAING\\_Yeti\\_Marlinda.doc&ei=9uVBU8auG4aNrQfdqYD4BA&usq=AFOjCNHCzfom7MNUQZ7uZ6CY7EHcNBHFw](https://www.google.com/url?sa=t&rc=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Frepository.unan.ac.id%2F4151%2F1%2FARTIKEL_HIBAH_BERSAING_Yeti_Marlinda.doc&ei=9uVBU8auG4aNrQfdqYD4BA&usq=AFOjCNHCzfom7MNUQZ7uZ6CY7EHcNBHFw). Diunduh tanggal 20 Juli 2013.
- Mukarlina, Khotimah S, dan Rianti R, 2010. Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* Terhadap *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) Secara *In Vitro*. *Jurnal Fitomedika*, 7(2): 80 – 85.
- Muksin R, Rosmini dan Johanis P, 2013. Uji antagonisme *Trichoderma* sp. Terhadap Jamur Patogen *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu Pada Bawang Merah Secara *In Vitro*. *Jurnal Agrotekbis*, 1(2): 140-144.
- Nugroho TT, Rambe E, Dewi A, Fitri RM, Sepryani H, Restuhadi F, dan Haryani Y, 2013. Optimasi Isolasi dan Amplifikasi ITS DNA Ribosomal Fungi Karbolitik Isolasi Zona Inti Cagar Biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, Lampung.
- Panda D, Rathinasamy K, Santra MK, and Wilson L, 2005. Kinetic Suppression of Microtubule Dynamic Instability by Griseofulvin: Implications for Its

- Possible Use in The Treatment of Cancer. *Journal of Science and Technology*, 102: 9878-9883.
- Prasetyoputri A, dan Ines A, 2006. Mikroba Endofit Sumber Acuan Baru yang Berpotensi. *Jurnal Biotrend*, 1: 13-15.
- Roeslan A, Rosfiansyah, Sopian, dan Mujiono K, 2012. Identifikasi Jamur dan Bakteri Tanah Di Kawasan Danau Semayang dan Melintang serta Potensinya sebagai Penyakit Tumbuhan dan Agensia Hayati. *Jurnal Mulawarman Scientifie* 11(2).
- Soesanto L, 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. Rajawali Pers: Jakarta.
- Sudantha IM, 2009. Uji Efektivitas Beberapa Isolat Jamur Endofit Antagonistik dalam Meningkatkan Ketahanan Terinduksi Beberapa Klon Vanili Terhadap Penyakit Busuk Batang. *Agroteksos* 19: 1-2.
- Sudantha M dan Abadi AL, 2007. Identifikasi Jamur Endofit dan Mekanisme antagonismenya terhadap Jamur *Fusarium oxysporium* f.sp.vanillae pada Tanaman Vanili. *Agroteksos*, 17: 1.
- Sudarma IM, dan Suprpta DN, 2011. *Potensi Jamur Antagonis yang Berasal dari Habitat Tanaman Pisang dengan dan Tanpa Gejala Layu Fusarium untuk Mengendalikan Fusarium oxysporum f.sp. cubense secara In Vitro*. <http://lppm.unud.ac.id/wp-content/uploads/Potensi-Jamur-Antagonis-yang-berasal-dari-habitat-tanaman-pisang-oleh-Made-Sudarma.pdf>. Diunduh pada 14 Juni 2014.
- Ting ASY, Mah SW, and Tee CS, 2010. Identification of Volatile Metabolites from Fungal Endophytes with Biocontrol Potential towards *Fusarium oxysporum* F. sp. cubense Race 4. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 5(2): 177-182.
- Wada H, Cavanni P, Bugiani R, Kodama M, Otani H, and Kohmoto K, 1995. Occurrence of the Strawberry Pathotype of *Alternaria alternata* in Italy. *Plant disease*, 80: 372-374.