

# Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Erwinia* sp., Penyebab Penyakit Busuk Bakteri pada *Aloe vera*

(*Antagonistic Test of *Trichoderma harzianum* to *Erwinia* sp.,  
the Causal Agent of Bacterial Rot Disease on *Aloe vera**)

MUKARLINA, SITI KHOTIMAH, DAN LAILY FEBRIANTI

Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Tanjungpura  
Jl. Jend. A. Yani Pontianak

J. Fitomedika. 7 (3): 150 – 154 (2011)

**ABSTRACT** *Aloe vera* has been cultivated for many years in many parts of Indonesia, West Kalimantan Province in particular. Bacterial rot disease caused by *Erwinia* sp. is a major limiting factor in the crop production. The purpose of this study was to assess the potential use of *Trichoderma harzianum* as an antagonist fungus in suppressing the growth of *Erwinia* sp., the causal agent of bacterial rot disease of *A. vera*. *T. harzianum* was isolated from soil collected from *A. vera* plantation. The isolate was grown on PDA and then identified under a microscope. Leaves showing bacterial rot symptoms were collected from the field. The bacterial pathogen, *Erwinia* sp. was isolated from the leaf samples and grown in a growth medium for characterization. The fungal and bacterial isolates were used in an antagonistic test. The results indicated that *T. harzianum* inhibited the growth of *Erwinia* sp. with possible competition mechanism of space and nutrition, and mechanism of antibiosis. Competition mechanism enabled *T. harzianum* fungi to inhibit the growth of *Erwinia* sp. up to 100% seven days after the initiation of the test. Antibiosis test indicated that *Erwinia* sp. was sensitive to antibacteria which was produced by *T. harzianum*. Therefore, the fungus could potentially be developed as biocontrol agent for the bacterial disease of *Aloe vera*.

**KEYWORDS** antagonist test, *Trichoderma harzianum*, *Erwinia* sp., *Aloe vera*

Lidah buaya (*Aloe vera* L.) merupakan salah satu tanaman yang sudah dikembangkan untuk tujuan komersil. Pada awalnya tanaman ini hanya dimanfaatkan sebagai tanaman hias, namun di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Australia, dan negara-negara Eropa lidah buaya telah dimanfaatkan sebagai bahan baku industri obat-obatan, kosmetika, makanan, dan minuman kesehatan. Lidah buaya juga diketahui memiliki banyak manfaat lain seperti anti inflamasi, anti jamur, anti bakteri, pemicu regenerasi sel, dan penurun kadar gula darah, menstimulasi kekebalan tubuh terhadap serangan penyakit kanker, dan dapat digunakan sebagai nutrisi pendukung bagi penderita HIV (Dinas Pertanian Tanaman Pangan 2004; Wahjono & Koesnandar, 2002).

Budidaya lidah buaya telah banyak dikembangkan di Indonesia termasuk di Kalimantan Barat. Potensi lahan untuk pengembangan tanaman lidah buaya di Kalimantan Barat seluas 20.000 ha, terletak di Kota Pontianak dan Kabupaten Pontianak (Dinas Pertanian Tanaman Pangan 2004). Adapun kendala yang perlu diantisipasi dalam pengembangan tanaman lidah buaya adalah serangan hama dan penyakit. Salah satu penyakit yang perlu mendapatkan perhatian yang saksama adalah penyakit busuk bakteri yang disebabkan oleh bakteri *Erwinia* sp. Penyakit ini berpotensi menyebabkan kerusakan dan kehilangan hasil yang serius pada tanaman (Taryono & Rosman 2003).

Gejala penyakit ini ditandai dengan daun menjadi busuk berair, lunak dan menimbulkan bau yang tidak sedap. Bagian daun yang tertular biasanya ditemukan pada bagian pelepah daun dan pangkal daun (Kardinan & Ruhnayat 2003). Pengendalian penyakit yang dilakukan selama ini hanya dengan membakar tanaman yang menunjukkan gejala terinfeksi dan di sekitarnya diberi kapur sebanyak  $\pm 0,25$  kg untuk menjaga terperciknyanya partikel tanah yang terkontaminasi patogen (Supriadi *et al.* 2002).

Secara alami, pada tanah terdapat mikroorganisme yang berpotensi untuk menekan perkembangan patogen tular tanah karena dapat bersifat antagonis. Penggunaan mikroorganisme sebagai agen pengendali hayati memberikan harapan karena tersedia melimpah di lingkungannya. Salah satu mikroorganisme antagonis dari golongan jamur dan sering digunakan sebagai pengendali hayati adalah *Trichoderma harzianum* Rifai (Novizan 2002). *T. harzianum* merupakan jamur antagonis yang paling banyak digunakan untuk mengendalikan patogen tular tanah mulai dari golongan jamur hingga bakteri.

Menurut Domsch *et al.* (1980), beberapa jamur dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen dengan menghasilkan metabolit antibakteri yaitu *peptide suzukacilin* dan *dermadin* yang aktif menghambat bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Suwahyono (2000) menjelaskan bahwa *T. harzianum* dapat menghasilkan beberapa antibiotik di antaranya dermadin,

*trichozianines, cyclopentyl, 6-npentyl-2H-pyron-2-one, 1-hydroxy-3-methylantraquinone, dan 1,8-dihydroxy-3-methylantraquinone.*

Hasil penelitian Bustamam (2005) menyatakan bahwa *T. harzianum*, *T. viride*, *Penicillium digitatum* dan *Gliocladium virens* sangat berpotensi untuk pengendalian pertumbuhan bakteri *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri pada tanaman jahe dengan penurunan infeksi hingga 84%. Jamur *T. harzianum* juga berpotensi menekan kelayuan tanaman kacang tanah yang disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas solanacearum* hingga 80%. Jamur *T. harzianum* berperan sebagai pengurai bahan-bahan organik di lingkungan perakaran tanaman, sehingga akan menghasilkan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan daya tahan tanaman terhadap patogen (Manhuria & Yusriadi 2001).

### Bahan dan Metode

#### Isolasi Bakteri *Erwinia* sp.

Isolat bakteri *Erwinia* sp. yang digunakan dalam penelitian ini diisolasi dari tanaman lidah buaya yang menunjukkan gejala terserang penyakit busuk bakteri. Pangkal daun tanaman lidah buaya yang terserang penyakit dipotong sepanjang  $\pm 5$  cm dan diinkubasi dalam cawan petri selama dua sampai tiga hari. Selama masa inkubasi tersebut, massa bakteri berupa lendir keluar dari daun. Lendir yang keluar diambil dengan menggunakan jarum ose kemudian digoreskan pada media KBA. Biakan bakteri tersebut diinkubasi pada suhu 30°C selama 48 jam. Koloni bakteri yang virulen memperlihatkan warna putih kekuningan hingga kuning. Koloni bakteri yang virulen tersebut selanjutnya diisolasi kembali untuk dimurnikan dalam media yang sama. Untuk membuat suspensi kultur murni, satu ose kultur murni bakteri *Erwinia* sp. dari agar miring dipindahkan ke dalam 10 ml media cair NB yang telah disterilisasi, kemudian divortek sekitar 1-2 menit dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C.

#### Uji Sensitifitas Antibiotika

Sebanyak 0,1 ml suspensi bakteri *Erwinia* sp. berumur 48 jam dimasukkan ke dalam cawan petri, selanjutnya ditambah media KBA yang telah dicairkan pada suhu  $\pm 50^\circ\text{C}$ . Cawan petri ditutup dan digoyang-goyang agar homogen dan ditunggu hingga membeku. Kertas saring berdiameter 1 cm yang telah direndam dalam larutan antibiotik amoxilin 10 ppm selama 30 menit selanjutnya diletakkan pada bagian tengah permukaan media (Brock & Brock 1978). Media diinkubasi selama 24 jam dan 48 jam. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar kertas saring. Kriteria reaksi bakteri terhadap antibiotik didasarkan pada ukuran diameter zona hambat (Tabel 1).

#### Isolasi Jamur Antagonis *T. harzianum*

Isolat *T. harzianum* didapatkan dengan cara mengisolasi contoh tanah yang diambil pada lokasi yang sama

**Tabel 1. Kriteria Reaksi Bakteri Terhadap Antibiotik**

Antibiotik	Diameter Zona Hambat Yang Terbentuk (mm)		
	Resisten	Intermediet	Sensitif
Amoxilin 10 ppm	20	21-28	29

dengan tempat pengambilan sumber inokulum bakteri penyebab penyakit. Contoh tanah sebanyak 100 g diambil dari sekitar perakaran tanaman lidah buaya yang sehat pada kedalaman 0-20 cm (Rao 1994).

Isolasi jamur *T. harzianum* dilakukan terhadap contoh tanah dengan teknik pengenceran pada cawan petri sampai tingkat pengenceran  $10^{-5}$ . Sampel tanah sebanyak 100 gram yang diambil di lapangan ditumbuk hingga halus, lalu ditimbang sebanyak 1 gram. Selanjutnya ditambahkan akuades sebanyak 9 ml dan digojok selama 10-15 menit. Dilakukan tahap pengenceran hingga tingkat pengenceran  $10^{-5}$ . Hasil pengenceran  $10^{-1}$  sampai  $10^{-5}$  masing-masing dituang ke dalam media PDA sebanyak 1 ml dengan metode *pour plate* dan diinkubasi selama satu sampai tujuh hari pada suhu ruang.

#### Uji Antagonisme *T. harzianum* terhadap Bakteri *Erwinia* sp.

Pengujian antagonisme jamur *T. harzianum* terhadap bakteri *Erwinia* sp. meliputi uji kompetisi dan uji antibiosis.

**Uji kompetisi.** Uji kompetisi jamur *T. harzianum* terhadap bakteri *Erwinia* sp. dilakukan dengan teknik biakan ganda. Sebanyak 0,1 ml suspensi bakteri *Erwinia* sp. berumur 48 jam dituang ke dalam cawan petri, selanjutnya ditambahkan 10 ml *potato dextrose agar* (PDA) cair suhu  $\pm 50^\circ\text{C}$ . Cawan petri ditutup dan digoyang-goyangkan sampai homogen dan ditunggu hingga media membeku (Madigan *et al* 1997). Biakan *T. harzianum* dengan diameter 1 cm diinokulasikan pada bagian tengah media. Lalu diinkubasi dan dilakukan pengamatan terhadap pertambahan luasan miselium mulai dari hari pertama inkubasi hingga hari ketujuh. Pengujian dilakukan dengan pengulangan sebanyak 10 kali. Persentase antagonis jamur *T. harzianum* dihitung mulai hari pertama hingga hari ketujuh perlakuan.

**Uji antibiosis.** Pengujian daya hambat jamur *T. harzianum* terhadap bakteri *Erwinia* sp. dilakukan dengan teknik biakan ganda. Sebanyak 0,1 ml suspensi bakteri *Erwinia* sp. dituang ke dalam cawan petri, lalu ditambahkan 10 ml PDA cair suhu  $\pm 50^\circ\text{C}$ . Cawan petri ditutup dan digoyang-goyangkan sampai homogen dan ditunggu hingga media membeku (Madigan *et al* 1997). Biakan jamur *T. harzianum* dengan diameter 1 cm diinokulasikan pada bagian tengah media. Media ini lalu diinkubasi dan selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap diameter zona penghambatan yang terbentuk di daerah sekitar

jamur *T. harzianum* pada jam ke-24 dan ke-48. Sebelumnya pada bagian tengah cawan petri diberi gambar lingkaran berukuran 1 cm untuk mempermudah pengukuran diameter zona hambat yang terbentuk (Bustamam 2005, Ernawati 2003). Pengujian dilakukan dengan pengulangan sebanyak 10 kali.

#### Analisis Data

Analisis data pada uji antibiosis meliputi penghitungan rerata diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar jamur *T. harzianum* pada jam ke-24 dan ke-48. Analisis data pada uji kompetisi meliputi penghitungan rerata luasan miselium jamur *T. harzianum* yang terbentuk dari hari pertama hingga hari ke tujuh menggunakan program *Corel Draw* dan persentase antagonis yang dihitung menggunakan rumus berikut (Maryono 2007):

$$\text{Tingkat Antagonisme} = \frac{\text{Luas miselium } T. \text{harzianum pada hari ke-7 (mm}^2\text{)}}{\text{Luas Ruang Uji Antagonisme (mm}^2\text{)}} + 100\%$$

### Hasil dan Pembahasan

#### Morfologi Koloni Bakteri *Erwinia* sp.

Isolat bakteri yang diinkubasi selama 48 jam pada suhu 30°C memperlihatkan morfologi koloni bakteri berwarna kekuningan dengan bentuk koloni bulat, bagian tepi tidak rata dan permukaan cembung. Ciri-ciri ini serupa dengan hasil yang diperoleh pada penelitian Supriadi *et al.* (2002) yaitu koloni bakteri *Erwinia* sp. berwarna kekuningan, bentuk koloni bulat dengan bagian tepi tidak rata dan permukaan cembung. Holt *et al.* (1994) menyatakan bahwa genus *Erwinia* memiliki warna koloni kekuning-kuningan dengan bentuk koloni bulat, bagian tepi tidak rata dan permukaan koloni cembung.

**Sensitifitas antibiotika.** Uji ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan tingkat kerentanan bakteri terhadap antibiotik yang diberikan. Antibiotik yang digunakan yaitu amoxilin 10 ppm. Hasil uji memperlihatkan bahwa bakteri *Erwinia* sp. bereaksi positif (sensitif) terhadap antibiotik amoxilin yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat di sekitar kertas cakram yang telah mengandung antibiotik setelah diinkubasi selama 24 jam dan 48 jam. Rerata diameter zona hambat yang dihasilkan yaitu 35,6 mm pada inkubasi jam ke-24 dan 38,26 mm pada inkubasi jam ke-48.

Amoxilin merupakan penisilin yang mempunyai spektrum luas untuk mengatasi infeksi dari bakteri gram negatif. Amoxilin mempunyai sifat bakterisida yang bekerja dengan menghambat sintesis dinding sel bakteri. Sintesis dinding sel bakteri yang terhambat menyebabkan perubahan tekanan osmotik di dalam sel bakteri (Sindhuhardja 1998).

#### Antagonis Jamur *T. harzianum* terhadap Pertumbuhan Bakteri *Erwinia* sp.

Uji antagonisme dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan jamur *T. harzianum* dalam

menghambat pertumbuhan bakteri *Erwinia* sp.. Berdasarkan hasil pengamatan yang diperoleh, jamur *T. harzianum* dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Erwinia* sp. dengan dua mekanisme yaitu kompetisi dan antibiosis (Bustamam 2006; dan Ernawati 2003).

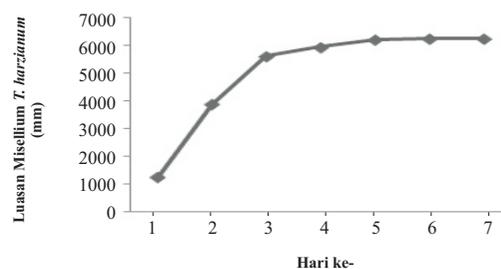
**Uji kompetisi.** Kompetisi yang terjadi antara jamur *T. harzianum* dengan bakteri *Erwinia* sp. berupa kompetisi ruang dan nutrisi. Kompetisi ruang umumnya terjadi saat mikroorganisme antagonis bersaing dengan patogen untuk memperebutkan ruangan yang telah tersedia secara langsung. Kompetisi nutrisi umumnya terjadi dalam hal memanfaatkan media tumbuh sebagai sumber makanan dan sumber mineral (Djafaruddin 2004).

Jamur dan bakteri memanfaatkan gula dan air yang terkandung di dalam media. Gula merupakan sumber karbon bagi jamur dan bakteri. Gula dimanfaatkan oleh jamur yaitu sebagai prekursor dari metabolit sekunder, sedangkan gula dimanfaatkan oleh bakteri untuk menjaga keseimbangan osmotik di dalam sel (Kasiamdari 2003; Madigan *et al.* 2001; Soetarto & Suharni 2004).

Jamur dan bakteri memerlukan air untuk difusi nutrisi ke dalam sel-sel dan mempertahankan sitoplasmanya. Air bagi bakteri merupakan penyusun terbesar dari sel dan penting untuk proses kehidupannya. Mineral digunakan dalam aktivitas sel yaitu dalam reaksi enzim dan proses transport. Komposisi kimia sel bakteri menunjukkan kandungan berat basah air dalam sel bakteri adalah sebesar 70% (Kasiamdari 2003; Madigan *et al.* 2001; Soetarto & Suharni, 2004).

Persentase antagonis mencapai 100% pada hari ke-6 hingga hari ke-7 pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa jamur *T. harzianum* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Erwinia* sp. melalui perluasan miseliumnya. Menurut Bustamam (2006), jamur antagonis menghambat pertumbuhan bakteri patogen dengan mematikan secara langsung bakteri patogen melalui cara menyelimuti pertumbuhan koloni bakteri patogen dengan miseliumnya.

Gambar 1 memperlihatkan jamur *T. harzianum* lebih kompetitif dalam memanfaatkan ruang yaitu melalui perluasan miselium. Bustamam (2006) menyatakan bahwa jamur *T. harzianum* memiliki daya antagonis yang sangat baik dan pertumbuhan koloninya cepat sehingga cocok untuk dijadikan sebagai agen hayati.



**Gambar 1.** Grafik luasan miselium *T. harzianum* pada uji kompetisi *tabaci*.

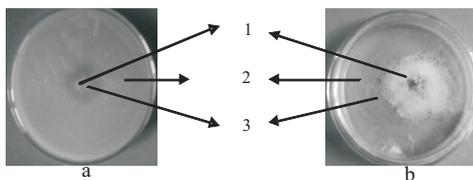
**Uji Antibiosis.** Jamur *T. harzianum* juga dapat menghambat pertumbuhan *Erwinia* sp. dengan mekanisme antibiosis. Hal ini dapat diketahui dengan adanya zona hambat yang terbentuk di sekeliling miselium *T. harzianum* pada inkubasi jam ke-24 dan jam ke-48 (Gambar 2). Menurut Atlas (2007) penghambatan pertumbuhan mikroba ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat.

Mekanisme antibiosis dapat terjadi karena adanya metabolit sekunder yang diproduksi oleh mikroba yang secara alamiah merupakan suatu mekanisme pertahanan mikroba untuk bertahan hidup atau berkompetisi. Metabolit sekunder tersebut dalam konsentrasi rendah dapat menghambat atau membunuh mikroba target (Hanafiah *et al.* 2007; Kusmiati & Malik 2002). Menurut Domsch *et al.* (1980), beberapa jamur dapat menghasilkan metabolit anti bakteri. Jamur *T. harzianum* dapat mengeluarkan beberapa hasil metabolit sekunder salah satunya adalah *dermadin* yang diketahui berfungsi sebagai antibakteri (Coats *et al.* 2008; <http://www.nextbio.com/home/dermadine/> compound, 2008; Suwahyono 2000).

Zona hambat pada inkubasi jam ke-24 sudah terlihat dengan rerata diameter zona hambat yang dihasilkan sebesar 23,91 mm. Hal ini disebabkan jamur *T. harzianum* sudah mengeluarkan metabolit sekunder yang berupa antibakteri. Diduga antibakteri yang dikandung oleh jamur *T. harzianum* ini telah menyebar ke dalam media sehingga bakteri *Erwinia* sp. sudah terhambat pertumbuhannya pada inkubasi jam ke-24 (Kasiamdari 2003).

Zona hambat pada inkubasi jam ke-24 sudah terlihat dengan rerata diameter zona hambat yang dihasilkan sebesar 23,91 mm. Hal ini disebabkan jamur *T. harzianum* sudah mengeluarkan metabolit sekunder yang berupa antibakteri. Diduga antibakteri yang dikandung oleh jamur *T. harzianum* ini telah menyebar ke dalam media sehingga bakteri *Erwinia* sp. sudah terhambat pertumbuhannya pada inkubasi jam ke-24 (Kasiamdari 2003).

Zona hambat yang terbentuk pada inkubasi jam ke-48 semakin luas seiring dengan semakin bertambah luasnya miselium jamur *T. harzianum*. Hal ini dapat diketahui dari rerata zona hambat yang dihasilkan yaitu sebesar 61,33 mm (Tabel 2.). *Trichoderma* dapat mengeluarkan antibakteri mulai dari hari ke-1 sampai hari ke-10 setelah inokulasi (Coats *et al.* 2008). Kusmiati dan Malik (2002) menyatakan bahwa diameter zona hambat dapat meningkat seiring bertambahnya waktu inkubasi.



**Gambar 2.** Uji antibiosis; (a) inkubasi jam ke-24; (b) inkubasi jam ke-48; (1) Miselium *T. harzianum*; (2) Koloni bakteri *Erwinia* sp.; (3) zona hambat.



**Gambar 3.** Miselium *T. harzianum* memperlihatkan warna kekuningan (A).

Tabel 2. memperlihatkan pada inkubasi jam ke-24 rerata diameter zona hambat yaitu 23,91 mm, hal ini berarti bakteri *Erwinia* sp. sensitif terhadap antibakteri yang dihasilkan oleh jamur *T. harzianum*. Menurut Greenwood (1995) dalam Pratama (2005), jika zona hambat yang terbentuk lebih besar dari 20 mm maka bakteri memberikan respon sensitif terhadap antimikroba yang diberikan.

Bakteri *Erwinia* sp. juga sensitif terhadap antibiotik amoxilin 10 ppm. Hal ini ditandai dengan terbentuknya zona hambat di sekitar kertas cakram yang telah mengandung antibiotik setelah diinkubasi selama 24 jam dan 48 jam. Hasil uji antibiotik menunjukkan bahwa rerata diameter zona hambat yang terbentuk juga semakin besar yaitu pada inkubasi jam ke-24 sebesar 35,6 mm dan pada inkubasi jam ke-48 sebesar 38,26 mm.

Diduga bahwa mekanisme kerja antibakteri yang dihasilkan oleh jamur *T. harzianum* serupa dengan mekanisme kerja antibiotik amoxilin yaitu dengan menghambat sintesis dinding sel bakteri. Adanya penghambatan pada sintesis dinding sel bakteri akan menyebabkan sel bakteri menjadi lisis dan kemudian mati. Menurut Wattimena *et al.* (1991), lisisnya sel bakteri dikarenakan tidak berfungsinya dinding sel bakteri yang melindungi bakteri dari tekanan osmotik dalam yang tinggi sehingga bakteri tidak dapat bertahan terhadap pengaruh luar dan segera mati.

Saat pengamatan uji antagonisme terdapat miselium jamur *T. harzianum* yang berwarna kekuningan (Gambar 3). Santoso dan Sumarmi (2008) menyatakan miselium yang berwarna kekuningan diduga sebagai zat antimikroba yang dikandung oleh jamur *T. harzianum*. Menurut Wibowo (2001) serta Yulia dan Widiyanti (2007), mikroba (bakteri dan jamur) yang dapat menghasilkan mekanisme antibiosis dianggap lebih tepat digunakan untuk menekan perkembangan patogen.

### Kesimpulan

Persentase antagonis jamur *T. harzianum* dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Erwinia* sp. mencapai 100% setelah 7 hari. Hasil uji antibiosis menunjukkan bakteri *Erwinia* sp. sensitif terhadap antibakteri yang dihasilkan oleh jamur *T. harzianum* dengan rerata diameter zona hambat yang dihasilkan adalah 23,91 mm pada inkubasi jam ke-24 dan 61,33 mm pada jam ke-48.

## Daftar Pustaka

- Atlas, R. M. 1997.** Principles of Microbiology, 2<sup>nd</sup> Edition, Mm. C. Browns Publishers, Iowa.
- Brock, T. D. and K. M. Brock. 1978.** Basic Microbiology With Application, 2<sup>nd</sup> Edition, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Bustamam, H. 2006.** Seleksi Mikroba Rizosfer Antagonis Terhadap Bakteri *Ralstonia solanacearum* Penyebab Penyakit Layu Bakteri Pada Tanaman Jahe di Lahan Tertindas, J. Ilmu-Ilmu Pertanian 8:1.
- Coats, J. H., C. E. Meyer, and T. R. Pyke. 2008.** DERMADINE, <http://www.freepatentsonline.com/3627882.html> (diakses 30 Juli 2008).
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan. 2004.** Lidah Buaya (*Aloe vera*) dan Manfaatnya, Dinas Pertanian Tanaman Pangan Propinsi Kalimantan Barat, Pontianak.
- Djafaruddin. 2004.** Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman, PT. Bumi Aksara, Jakarta.
- Domsch, K. H., Gams and T. Anderson. 1980.** Compendium of Soil Fungi, Vol. 1, Academic Press London, London.
- Ernawati, N. M. L. 2003.** Potensi Mikroorganisme Tanah Antagonis Untuk Menekan *Pseudomonas solanacearum* Pada Tanaman Pisang Secara *In vitro* Di Pulau Lombok, Pengantar Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hanafiah, K. A., A. Napoleon dan N. Ghofar. 2007.** Biologi Tanah: Ekologi dan Makrobiologi Tanah, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Holt, J. G., N. R. Krieg, P. H. A Sneath., J. T. Staley and S. T. Williams. 1994.** Bergey's Manual Determinative of Bacteriology, Ninth Edition, Williams and Wilkins, Baltimore, Maryland, USA.
- Kardinan, A. dan A. Ruhnyat. 2003.** Budi Daya Tanaman Obat Secara Organik, Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Kasiamdari, R. S. 2003.** MIKOLOGI, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Kusmiati dan A. Malik. 2002.** Aktivitas Bakteriosin dari Bakteri *Leuconostoc mesenteroides* Pba1 Pada Berbagai Media, MAKARA, KESEHATAN, 6:1.
- Madigan, M. T., J. M Martikno, and J. Parker. 1997.** Biology of Microorganisms, 8<sup>nd</sup> ed, Prentice-Hall Incompany, New Jersey.
- Manhuria, M. Y. dan Yusriadi. 2001.** Eksplorasi dan Potensi Mikroorganisme Antagonis Sebagai Agen Pengendali Biologi Penyakit Layu Bakteri (*Pseudomonas solanacearum* F.F. Smith) Pada Kacang Tanah, Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia.
- Maryono, T. 2007.** Uji Antagonis *Trichoderma* spp. Terhadap *Phytophthora palmivora* Penyebab Busuk Buah Kakao. (<http://www.digilib.unila.ac.id> Diakses 26 Mei 2008).
- Novizan. 2002.** Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis: Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan, Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Pratama, M. R. 2005.** Pengaruh Ekstrak Serbuk Kayu Siwak (*Salvadora persica*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus mutans* Dan *Staphylococcus aureus* Dengan Metode Difusi agar, Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh November, (<http://skripsi.blogspot.com/>, diakses 9 Juni 2009).
- Rao, N. S. S. 1994.** Mikroorganisme Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman, Edisi Kedua, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Santoso, S. J. dan Sumarmi. 2006.** Uji Antagonisme Mikroba Filoplen Terhadap *Helminthosporium sorokianum* Penyebab Bercak Daun Tanaman Gandum, INNOFARM: J. Inovasi Pertanian, 7:1, (<http://unisri.ac.id/faperta/pdf.>, diakses 17 Februari 2009).
- Sindhuhardja, M. 1998.** Amoxillin, *Cermin Dunia Kedokteran*, 2:18, Centre of Research and Development, PT. Kalbe Farma, Jakarta.
- Supriadi, N. Ibrahim, dan Taryono. 2002.** Karakteristik *Erwinia chrysanthemi* Penyebab Penyakit Busuk Bakteri Pada Daun Lidah Buaya (*Aloe vera*), J. Penelitian Tanaman Industri. 8: 2.
- Suwahyono, U. 2000.** Pengendalian Penyakit Tanaman Secara Mikrobiologis: Menuju Komunitas Pertanian yang Berkelanjutan, *NEED: Lingkungan Manajemen Ilmiah* 2 :8.
- Taryono dan R. Rosman. 2003.** Teknologi Budidaya dan Diversifikasi Produk Lidah Buaya, *Perkembangan Teknologi TRO* 15:1, Balai Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat.
- Wattimena, J. R., N. C. Sugiarto., M. B. Widiyanto., E. Y. Sukandar., A. A. Soemardji dan A. R. Setiadi. 1991.** Farmakologi dan Terapi Antibiotik, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wibowo, A. 2001.** Suppression of Sheath Blight Of Rice With Antagonistic Bacteria, J. Perlindungan Tanaman Indonesia, 7:2.
- Yulia, E. dan F. Widiyanti. 2007.** Potensi Bakteri Antagonis Filoplen Daun Mangga Dalam Menekan Penyakit Antraknosa Buah Mangga (*Mangifera indica* L.), J. Agrikultur, 18:1, (<http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/03/pdf.>, diakses 25 Maret 2009).