

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI JAMUR PENYEBAB PENYAKIT LAYU DAN ANTAGONISNYA PADA TANAMAN KENTANG YANG DIBUDIDAYAKAN DI BEDUGUL, BALI

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF THE CAUSATIVE AGENTS OF WILTING AND THEIR ANTAGONISTICS IN POTATO PLANTS CULTIVATED IN BEDUGUL, BALI

IDA AYU PUTU SURYANTI¹, YAN RAMONA^{2,3}, MEITINI W PROBORINI³

¹Magister Program Studi Biologi, Universitas Udayana

²UPT. Lab. Biosain dan Bioteknologi, Universitas Udayana

³Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Udayana

Email: dayusuryanti@yahoo.co.id

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jamur penyebab penyakit layu pada tanaman kentang dan mengisolasi antagonisnya dari daerah *rhizosphere* tanaman tersebut yang dibudidayakan di Desa Candikuning, Bedugul, Bali. Untuk mendeteksi patogen penyebab penyakit tersebut, pada penelitian diterapkan Postulat Koch. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Fusarium oxysporum* isolat A dan B merupakan dua isolat yang terindikasi sebagai penyebab penyakit layu pada tanaman kentang. Pada penelitian ini tiga isolat jamur antagonis (*Trichoderma* spp. isolat A, *Trichoderma* spp. isolat B, dan *Aspergillus niger*) berhasil diisolasi dari daerah *rhizosphere* tanaman kentang. Uji antagonis (*in vitro*) dengan menggunakan *dual culture assay* menunjukkan semua antagonis menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* dengan persentase hambatan yang bervariasi antara 36,57 - 75,76%. *Trichoderma* spp. isolat A menunjukkan hasil terbaik dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen, dengan persentase hambatan sebesar 75,76%. Sementara itu, persentase hambatan terkecil (36,57%) pada patogen teramati pada *Aspergillus niger*.

Kata kunci: tanaman kentang, Fusarium oxysporum, Trichoderma spp., Aspergillus niger.

ABSTRACT

The main objectives of this research were to investigate the causative agents of wilting in potato and isolate their antagonists from the rhizosphere zone of this plant, cultivated in Candikuning village, Bedugul, Bali. Koch Postulate was applied in the identification of the pathogens. The results showed that two isolates of *Fusarium oxysporum* (isolate A and B) were identified to be the main cause of the disease. Three isolates of antagonists of the disease causative agents, namely *Trichoderma* spp. isolates A, *Trichoderma* spp. isolates B, and *Aspergillus niger*, were successfully isolated in this research from the rhizosphere zone of infected plants. All antagonists were found to be effective to control the fungal pathogens *in vitro* (by *dual culture assay*) with various degree of inhibitions, ranging from 36.57% to 75.76%. *Trichoderma* spp. isolate A was found to be the most effective one to inhibit the growth of pathogens *in vitro*, with the percentage of inhibition of 75.76%, while the lowest inhibition was observed on *Aspergillus niger*, with the percentage of inhibition of 36.57%.

Keywords : potato plants, Fusarium oxysporum, Trichoderma spp., Aspergillus niger.

PENDAHULUAN

Kentang merupakan bahan pangan utama keempat di dunia, setelah gandum, jagung dan padi. Di Indonesia, kentang (*Solanum tuberosum* L.) termasuk salah satu bahan pangan alternatif yang mulai dikembangkan pada bidang pertanian dan banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri olahan makanan (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998; Fuglie, 2000; Samadi, 2007).

Tingginya nilai gizi dan banyaknya permintaan di pasaran Indonesia menyebabkan kentang mulai banyak diproduksi pada daerah yang kurang produktif (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Masalah yang paling sering dihadapi oleh petani dalam budidaya kentang adalah tidak tersedianya bibit yang tahan terhadap serangan

penyakit, sehingga produktivitasnya menjadi sangat rendah (Suhardi, 1993; Rukmana, 1997).

Menurut Burnett dan Oxley (2010), penyakit yang paling banyak menyerang tanaman kentang adalah penyakit layu yang disebabkan oleh jamur patogen. *Phytophthora infestans* dan *Fusarium* sp. pernah dilaporkan sebagai penyebab penyakit layu yang menyerang tanaman kentang di sebagian besar daerah di Tunisia (Ayed *et al.*, 2006). Gejala layu umumnya dimulai dari daun yang lokasinya di bawah dan selanjutnya berkembang ke arah atas akibat pangkal batang mulai membusuk. Daun yang layu akan menguning dan akhirnya mengering, walaupun daun pucuknya tetap tampak hijau (Warda, 2008).

Untuk menanggulangi penyakit layu, sampai saat

ini petani kentang di Bedugul mengandalkan fungisida berbasis bahan kimia. Dalam berbagai penelitian, bahan kimia yang dipakai mempunyai berbagai efek negatif pada manusia dan hewan, seperti berbagai macam penyakit berbahaya antara lain kanker dan cacat tubuh (Shim *et al.*, 2009), kemandulan (Sutikno, 1992), dan kematian (Soesanto, 2008). Untuk mengurangi penggunaan fungisida berbasis bahan kimia, dalam dua dekade ini mulai dikembangkan metoda alternatif, salah satunya adalah penggunaan musuh alami dari patogen tersebut (Hassanudin, 2003). Penelitian Khoirunisa (2009) menyatakan *Trichoderma* spp. dan *Penicillium* spp. mempunyai sifat antagonis terhadap jamur patogen.

Berdasarkan pada latar belakang di atas, maka pada penelitian ini dilakukan isolasi dan identifikasi patogen (penyebab layu pada tanaman kentang) dan antagonisnya dari daerah *rhizosphere* tanaman kentang yang dibudidayakan di Bedugul, Bali. Selain itu, uji *in vitro* dengan menggunakan *dual culture assay* untuk mengetahui persentase daya hambat antagonis terhadap patogen juga dilakukan pada penelitian ini.

MATERI DAN METODE

Isolasi dan Identifikasi Jamur Patogen

Isolasi patogen dilakukan dengan cara memotong bagian yang terinfeksi (daun dan batang) dengan ukuran sekitar 1x1cm, dicelupkan ke dalam *beaker glass* yang berisi alkohol 70% selama 2 menit untuk menghilangkan kontaminasi pada bagian luarnya, kemudian dibilas dengan cara mencelupkan ke dalam akuades steril sebanyak 3 kali. Setelah itu diletakkan pada permukaan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang telah diisi antibiotik *cloramfenikol* (100 mg/L) (Samson *et al.*, 1995), dan diinkubasikan selama 5 hari pada suhu 27-28°C. Miselium jamur yang tumbuh selanjutnya direisolasi pada media PDA dan *Malt Extract Agar* (MEA) baru, sampai diperoleh isolat jamur yang diduga sebagai penyebab penyakit layu pada tanaman kentang. Selanjutnya dilakukan identifikasi awal secara makroskopis dengan melihat warna, bentuk (miselia), dan pigmentasi koloni serta mengukur diameternya untuk mencocokkannya dengan referensi. Sedangkan identifikasi mikroskopis dilakukan setelah Postulat Koch.

Prosedur Postulat Koch

Jamur patogen yang telah diisolasi dari tanaman kentang yang terinfeksi, diinokulasikan pada tanaman kentang sehat yang berumur 3 minggu, kemudian diamati gejala penyakit yang muncul. Gejala penyakit yang muncul harus sama dengan yang diamati pada tanaman kentang yang terinfeksi, dimana patogen tersebut diisolasi. Setelah itu, dilakukan isolasi kembali dari tanaman yang bergejala sakit tersebut.

Jamur yang diisolasi harus mempunyai karakteristik yang sama dengan yang dimiliki oleh patogen sebelumnya. Setelah diperoleh jamur yang pasti sebagai patogen, maka dilakukan identifikasi secara mikroskopis (bentuk dan ukuran makrokonida, mikrokonidia dan klamidospora)

untuk disesuaikan dengan ciri dan karakteristik yang terdapat pada buku "Pengenalan Kapang Tropik Umum" (Gandjar *et al.*, 1999).

Isolasi Jamur Antagonis

Isolasi antagonis diawali dengan mengambil sampel tanah dari daerah perakaran (*rhizosphere*) tanaman kentang di Desa Candikuning Bedugul, Bali. Selanjutnya, sebanyak 10 gram sampel tersebut dilarutkan dalam 90 ml air steril untuk mendapatkan tingkat pengenceran sebesar 10 kali (10^{-1}). Sampel ini kemudian diencerkan lebih lanjut sampai diperoleh tingkat pengenceran tertinggi sebesar 10^{-6} . Kemudian, sebanyak 1 ml sampel dengan tingkat pengenceran sebesar 10^{-1} sampai 10^{-6} disebar pada permukaan media PDA yang diisi antibiotik *cloramfenikol* (100 mg/L), diinkubasi pada suhu kamar selama 2-5 hari, selanjutnya koloni tunggal yang tumbuh dimurnikan pada media PDA dan MEA, dan disimpan. Setelah itu dilakukan identifikasi dengan prosedur yang sama dengan jamur patogen.

Uji Antagonis (*in vitro*) Jamur Antagonis terhadap patogen (*Fusarium* sp.)

Uji antagonisme dilakukan dengan *dual culture assay* seperti yang dilaporkan oleh Benhamou dan Chet (1993). Ujung hifa *Fusarium* sp. yang berumur 5 hari diambil dengan alat pelubang gabus (*cork borer*) yang berdiameter 6 mm dan dipindahkan ke medium PDA. Pada waktu yang bersamaan ditumbuhkan masing-masing isolat jamur antagonis (umur 5 hari) yang akan diuji, pada jarak 3 cm (diameter cawan petri = 9cm) dari patogen. Medium yang hanya diinokulasi dengan patogen saja (*Fusarium* sp. atau tanpa perlakuan) berfungsi sebagai kontrol. Assay masing-masing antagonis dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

ANALISIS DATA

Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), dan bila hasilnya berbeda nyata pada $p < 0,05$, maka analisis dilanjutkan dengan uji jarak berganda *Duncan*.

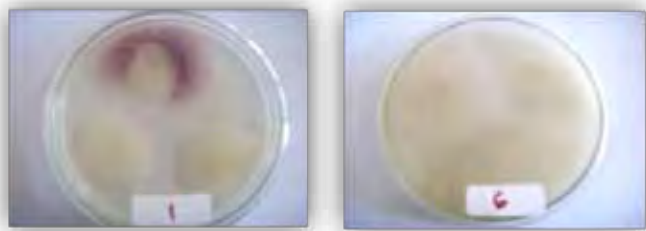
HASIL

Isolasi Jamur Patogen

Berdasarkan uji Postulat Koch, pada penelitian ini teridentifikasi dua jenis jamur patogen, yaitu *Fusarium oxysporum* isolat A dan B (Gambar 1). Kedua patogen ini diduga sebagai penyebab layu pada tanaman kentang.

Pada Gambar 1 terlihat koloni *Fusarium oxysporum* isolat A memiliki warna putih pucat kekuningan dengan spora berwarna putih. Sementara itu, koloni *Fusarium oxysporum* isolat B berwarna keunguan (*violet*) dengan warna spora putih.

Secara mikroskopis, kedua spesies *Fusarium oxysporum* ini memiliki lebih banyak persamaan hanya saja pada jumlah makrokonidia dan bentuk mikrokonidia terdapat sedikit perbedaan (Tabel 1).



Gambar 1. Morfologi Jamur *Fusarium oxysporum*: (G). *Fusarium oxysporum* isolat A; (I). *Fusarium oxysporum* isolat B.

Tabel 1. Karakteristik Isolat Jamur *Fusarium oxysporum* yang Diisolasi dari Bagian Tanaman Kentang yang Terserang Penyakit

No	Keterangan	<i>Fusarium oxysporum</i> isolat A	<i>Fusarium oxysporum</i> isolat B
1.	Bagian yang terlihat bergejala sakit (pada tanaman kentang)	daun	daun, batang, umbi dan <i>rhizosphere</i> tanaman
2.	Warna koloni	putih pucat kekuningan	putih keunguan
3.	Diameter koloni (hari ke-5) di PDA	± 4,8 cm	± 4,4 cm
4.	Warna pigmen	putih pucat kekuningan	ungu (<i>violet</i>)
5.	Warna spora	putih	putih
6.	Bentuk miselia	seperti kapas	seperti kapas, lebih dari 7 hari menjadi beludru
7.	Makrokonidia : - bentuk - ukuran - jumlah septa	seperti bulan sabit 21,0-30,0 x 3,0-4,2 µm 3-5 septa	seperti bulan sabit 21,0-30,0 x 3,0-4,2 µm 3 septa
8.	Mikrokonidia : - bentuk - ukuran - jumlah septa	lonjong seperti ginjal; ± 5,0-10,0 x 2,2-2,7 µm 0-1 septa	bulat lonjong (ovoid); ± 7,0-12,0 x 2,5-3,5 µm 0-1 septa
9.	Klamidospora : - bentuk - diameter	membulat 9 - 12 µm	membulat 10 - 12 µm

Isolasi Jamur Antagonis dari *Rhizosphere* Tanaman Kentang

Hasil isolasi jamur antagonis dari daerah *rhizosphere* tanaman kentang diperoleh sebanyak tiga isolat jamur yaitu dua isolat dari genus *Trichoderma* dan yang merupakan genus *Aspergillus*. Karakteristik ketiga jamur antagonis tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.

Jamur *Trichoderma* spp. dengan kode TA dan TB berturut-turut berwarna hijau tua dan hijau muda dengan

Tabel 2. Karakteristik Isolat Jamur Antagonis yang Diisolasi dari *Rhizosphere* Tanaman Kentang di Bedugul, Bali

Isolat	Sumber Isolat	Koloni		Struktur Spora Aseksual
		Bentuk	Warna	
<i>Trichoderma</i> spp. (TA)	hasil isolasi <i>rhizosphere</i> tanaman kentang di Bedugul, Bali	permukaan timbul, teksturnya halus, pertumbuhan menyebar menutupi cawan, hifanya bersekat	hijau muda pada mulanya dan menjadi hijau lumut tua (<i>dark green</i>). Pigmentasi : abu-abu kehitaman	konidia berbentuk bulat dan berkumpul diujung fialid yang berbentuk menyerupai botol, dengan percabangan yang tidak teratur
<i>Trichoderma</i> spp. (TB)	hasil isolasi <i>rhizosphere</i> tanaman kentang di Bedugul, Bali	permukaan timbul, teksturnya halus, membentuk zona, hifa bersekat	hijau muda (<i>soft green</i>) keputihan. Pigmentasi putih keabu-abuan	konidia berkumpul diujung fialid dengan bentuk menyerupai botol, dengan percabangan yang tidak teratur
<i>Aspergillus niger</i> (An)	hasil isolasi <i>rhizosphere</i> tanaman kentang di Bedugul, Bali	permukaan timbul, tekstur halus, hifa bergranula	koloni berwarna hitam. Pigmentasi berwarna putih kekuningan	konidia berbentuk bulat dengan tonjolan dan duri-duri tidak teratur, vesikula berbentuk bulat, fialid mempunyai ukuran 7,2 -9,0 x 3,0-4,0 µm.

beberapa persamaan secara mikroskopis. Persamaan yang juga merupakan kekhasan dari genus *Trichoderma* adalah konidia berbentuk bulat dan berkumpul di ujung fialid yang menyerupai botol.

Dual Culture Assay antara Jamur Antagonis dengan Patogen *Fusarium oxysporum* isolat A dan B

Persentase daya hambat *in vitro* jamur antagonis yang diisolasi dari *rhizosphere* tanaman kentang terhadap *Fusarium oxysporum* ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Daya Hambat *in vitro* Jamur Antagonis Terhadap Jamur Patogen Penyebab Layu *Fusarium*

Jamur Antagonis	Daya Hambat (%)**	
	<i>Fusarium oxysporum</i> isolat A. (F_A)	<i>Fusarium oxysporum</i> isolat B. (F_B)
Kontrol	0,00 ± 0,00a	0,00 ± 0,00a
<i>Trichoderma</i> spp. (T_A)	48,61 ± 2,12b	75,76 ± 2,62b
<i>Trichoderma</i> spp. (T_B)	43,98 ± 1,60c	53,03 ± 4,01c
<i>Aspergillus niger</i> (An)	36,57 ± 2,12d	37,37 ± 3,50e

** Nilai-nilai pada tabel ± standar deviasi merupakan rata-rata dari tiga kali ulangan. Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p < 0,05$), berdasarkan uji Duncan setelah dilakukan analisis sidak ragam (ANOVA)

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa semua agen biokontrol dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen (F_A dan F_B) dengan level hambatan yang bervariasi tergantung pada jenis antagonis yang dipakai dalam assay. Besarnya persentase hambatan yang ditimbulkan oleh semua antagonis berbeda sangat nyata secara statistik pada $p < 0,05$, jika dibandingkan dengan kontrol pada semua kasus (Tabel 3 pada kedua kolom). *Trichoderma* spp. Isolat A dan B secara konsisten menunjukkan persentase hambatan yang paling besar jika dibandingkan dengan *Aspergillus niger*.

PEMBAHASAN

Berdasarkan uji Postulat Koch, terdapat kesamaan yang dimiliki oleh kedua isolat jamur *Fusarium* sp. tersebut antara lain: bentuk, ukuran, dan jumlah septa makrokonidia, mikrokonidia, serta klamidospora (Tabel 1). Berdasarkan pada kesamaan karakteristik yang dimiliki oleh kedua jamur tersebut, maka keduanya merupakan spesies yang sama, yaitu *Fusarium oxysporum*, walaupun ada kemungkinan kedua spesies

jamur tersebut merupakan strain yang berbeda.

Kedua isolat ini merupakan jamur yang ditemukan paling sering menyebabkan penyakit pada tanaman, khususnya kentang di daerah Bedugul. Menurut Wayan Ada (pers.com 2012), jamur ini sudah diketahui menyerang tanaman kentang di sentra budidaya kentang Bedugul sejak tahun 1985.

Penyakit layu tanaman yang disebabkan oleh jamur ini, tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi penyebarannya merata hampir ke seluruh lahan pertanian (Fuglie, 2000; Pandey, 2008). Selain menyerang tanaman kentang, patogen ini juga sering ditemukan menyerang tanaman pisang, tomat, cabai, jagung, lili dan bawang daun (Samsyuddin, 2003; Fitriani dan Rianasari, 2009; Bouziane *et al.*, 2011; Nuryani *et al.*, 2011). Oleh karena itu, kelompok jamur *Fusarium* dapat diisolasi dari berbagai tanaman yang terinfeksi oleh jamur tersebut.

Jamur *Fusarium* penyebab penyakit layu pada tanaman kentang ini sangat sulit diberantas atau dieliminasi dari lahan yang terinfeksi, karena keberadaannya sering dalam bentuk spora yang sangat resisten terhadap lingkungan yang ekstrim, seperti daerah yang miskin nutrisi atau sangat kering (Agrios, 1996). Menurut Wharton *et al.* (2007) dalam keadaan bebas, spora jamur ini dapat bertahan di dalam tanah dalam waktu yang sangat panjang. Secara umum penularan penyakit ini melalui tanah, sehingga jamur ini merupakan salah satu anggota dari *soil-borne pathogens* (Subba rao, 2010).

Genus *Trichoderma* merupakan kelompok jamur saprofit dan dapat berkembang cepat di daerah perakaran. Jamur ini tidak sepenuhnya bergantung pada tanaman melainkan dapat juga hidup dengan cara mendegradasi berbagai macam substrat. Salah satunya adalah selulosa sehingga jamur ini dikenal dengan sebutan *cellulolytic ascomycetes* (Handayanto dan Hairiah, 2007).

Selain *cellulolytic enzymes*, *Trichoderma* spp. juga mampu menghasilkan enzim-enzim lain, seperti *pectinase* (Metcalf, 1997), *chitinase*, dan β (1,3) *glukanase* (Kurniawan *et al.*, 2006; Imas dan Setiadi, 1987 dalam Mukarlina *et al.*, 2010). Karena kemampuannya menghasilkan berbagai jenis *lytic enzymes* ini, maka kelompok jamur ini banyak dieksploitasi menjadi agen biokontrol.

Pada penelitian ini genus *Aspergillus* juga berhasil diisolasi. Jamur ini juga menunjukkan sifat antagonis terhadap penyebab penyakit layu pada tanaman kentang. Menurut Agrios (1996) jamur ini dapat dijumpai hampir di seluruh tempat sehingga sering dikenal dengan sebutan jamur kosmopolit. Jamur ini banyak ditemukan di daerah *rhizosphere* dan dapat berasosiasi dengan permukaan akar (Subba rao, 2010).

Pada penelitian ini, isolat *Trichoderma* yang dipakai tampak secara nyata dapat menghambat laju pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum* secara *in vitro* (Tabel 3). Menurut Soesanto (2008) dalam beberapa kasus antagonisme, miselium *Trichoderma* spp. dapat melampaui pertumbuhan jamur patogen, membelit di sekeliling hifa patogen, dan selanjutnya melakukan penetrasi dengan melubangi atau memecah dinding sel *Fusarium oxysporum* yang mengandung kitin dengan

enzim *chitinase*. Hal ini dapat mengakibatkan kematian pada jamur patogen.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan adalah terdapat dua jenis jamur patogen yaitu *Fusarium oxysporum* isolat A dan B yang menyebabkan layu pada tanaman kentang yang dibudidayakan di Desa Candikuning Bedugul, Bali. Sedangkan Jamur yang berpotensi antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* tersebut antara lain *Trichoderma* sp. isolat A, *Trichoderma* isolat B, dan *Aspergillus niger*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini, khususnya kepada Bapak Wayan Ada dan keluarga di Desa Candikuning Bedugul, Bali, atas bantuannya dalam penyediaan bibit kentang dan *glasshouse*. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ida Bagus Gede Darmayasa, Ibu Ni Putu Adriani Astiti, Bapak Yohanes Setiyo dan Ibu Retno Kawuri atas kritik dan saran yang diberikan dalam penulisan makalah ini.

KEPUSTAKAAN

- Agrios, G. N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan: Edisi Ketiga*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Ayed, F., M., D. Remadi, H. J. Khiareddine and M. E. Mahjoub, 2006. Potato Vascular *Fusarium* wilt in Tunisia: Incidence and Biocontrol by *Trichoderma* spp.. *Plant Pathology Journal* 5: 92-98.
- Benhamou, N. and I. Chet. 1993. Hyphal Interaction between *Trichoderma harzianum* and *Rhizoctonia solani*: Ultra structure and cytochemistry of The Antagonist Process. *Phytopathology Journal* 83: 161-171.
- Bouziane, Z., L. Dehimat, W. Abdel aziz, M. Benabdelkader, N. Kacem chaouche. 2011. The antagonism between *Trichoderma viride* and other pathogenic fungal strains in *Zea mays*. *Argiculture and Biology Journal of North America* 2(4): 84-90.
- Burnett, F and S. Oxley. 2010. Potato Storage Diseases. *SAC Journal*, University of Idaho, UK.
- Fitriani, A dan A. Rianasari. 2009. Penghambatan Pertumbuhan *Fusarium* sp. Isolat Kalimantan Asal Bawang Daun Oleh *Trichoderma* spp. Secara *In Vitro*. *Jurnal Biosainstifika* 1(2): 147-156. ISSN 1979-6900.
- Fuglie, K.O. 2000. Priorities for Potatoes Research in Developing Countries: Results of a Survey. *American Journal Potato* 84: 353-365.
- Gandjar, I., R.A. Samson, Tweel-Vermeulen V.D, A. Oerati, dan I. Santoso. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Handayanto, E., dan K. Hairiah. 2007. *Biologi Tanah : Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Yogyakarta : Penerbit Pusaka Adipura.
- Hasanuddin. 2003. "Peningkatan Peranan Mikroorganisme dalam Sistem Pengendalian Penyakit Tumbuhan Secara Terpadu" (Tesis). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Khoirunnisya. 2009. "Potensi Bakterisida Senyawa Metabolit *Penicillium* spp. Terhadap *Ralstonia solanacearum* Penyebab Penyakit Layu Bakteri pada Cabai". (Skripsi). Bogor : Fakultas

- Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Kurniawan, A., N. Prihatiningsih, L. Soesanto. 2006. Potensi *Trichoderma harzianum* dalam Mengendalikan Sembilan Isolat *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. zingiber Trujillo pada Kencur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 8(2) : 76-84.
- Metcalf, D.A. 1997. "Biological Control of Union White Root Rot" (Thesis). School of Agriculture Science. Australia: The University of Tasmania.
- Mukarlina, S. Khotimah, R. Rianti. 2010. Uji Antagonis *Trichoderma Harzianum* terhadap *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Cabai (*Capsicum annuum*) Secara *In vitro*. *Jurnal Fitomedika* 2(7): 80-85.
- Nuryani, W.E., S. Yusuf, Hanudin, I. Djatmika dan B.Marwoto. 2011. Pengendalian Layu *Fusarium* dengan Menggunakan Mikroba Antagonis dan Tanaman Resister pada Lili. *Jurnal Hortikultura* 21(4) : 338-343.
- Pandey, B.P. 2008. *Plant Pathology: Pathogen and Plant Disease*. S.Chand & Company Ltd. pp 109-124.
- Rubatsky, V.E., dan Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia 2. Prinsip, Produksi dan Gizi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Rukmana, H. R. 1997. *Kentang: Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Samadi, B. 2007. *Kentang dan analisis Usaha Tani*. Yogyakarta : Kanisius.
- Samson, R.A., E.S. Hoekstra and C.A.N. Van Oorschot. 1995. *Introduction To Food-Borne Fungi*. Institute of The Royal Netherlands Academic of Arts and Sciences.
- Samsyuddin. 2003. Pengendalian Penyakit Terbawa Benih (*Seedborn Disease*) Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum*) Menggunakan Agen Biokontrol Dan Ekstrak Botani. [cited 2012 December 15]. Available from : www.tumotou.net/702_07134/samsyuddin.htm
- Shim, Y. K. , S.P. Mlynarek, and E. Wijngaarden. 2009. Parental Exposure to Pesticides and Childhood Brain Cancer: U.S. Atlantic Coast Childhood Brain Cancer Study, *Environmental Health Perspectives* 117(6).
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendali Hayati Penyakit Tanaman*. Jakarta : Rajawali Press.
- Subba rao, N.S. 2010. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta : Penerbit UI-Press.
- Suhardi. 1993. Dinamika Populasi Busuk Daun. *Phytophthora infestans* pada Kentang di Kebun Percobaan Segunung. *Buletin Penelitian Hortikultura* 10(1) : 36-44.
- Sutikno, S. 1992. Dasar-Dasar Pestisida dan Dampak Penggunaannya. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Warda. 2008. Hama dan Penyakit pada Tanaman Kentang di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi selatan. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI PFI XIX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan* : 397-401.
- Wharton, P., W. Kirk, D. Berry, and S. Snapp. 2007. Rhizoctonia Stem Cancer and Black Scurf of Potato, Potato Disease. *Michigan State University Extension Bulletin*. [cited 2012 June 29]. Available from: <http://www.potatodisease.org/pdf/rhizoctonia-bulletin.pdf>.