

Penggunaan Ekstrak Rimpang Lengkuas untuk Mengendalikan Busuk Leher Akar pada Tanaman Terong (*Solanum melongena* L.)

Juni Safitri Muljowati dan Eddy Tri Sucianto

Laboratorium Mikologi Dan Fitopatologi Fakultas Biologi Unsoed Purwokerto

Diterima Mei 2011 disetujui untuk diterbitkan Mei 2012

Abstract

A research to find antifungal activity of galanga rhizome (*Alpinia galanga* L.) on *Sclerotium rolfsii* as the causal agent of white mold and stem rot disease on eggplant has been done. The galanga extract was obtained by extracting the rhizome using ethanol solvent. The experiment design was Completely Randomized Design (CRD) in a factorial pattern, involving two factors, i.e. the rhizome extract concentration (E) with six levels of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%; and application time (W) with two levels of three days interval and seven days interval. The result showed that the best extract concentration was 20% that was applied in three days interval.

Key words: Galangal rhizome extract, white mold and stem rot, egg plant

Abstrak

Penelitian untuk mengetahui aktivitas rimpang lengkuas (*Alpinia galanga* L.) pada *Sclerotium rolfsii* sebagai agen kapang putih dan busuk akar pada terong telah dilakukan. Ekstrak lengkuas diperoleh dengan mengekstrak rimpang menggunakan pelarut etanol. Rancangan percobaan yang dipakai adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial, dengan dua faktor yaitu ekstrak lengkuas dengan enam taraf konsentrasi yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%; dan aplikasi waktu (W) dengan dua taraf yaitu interval tiga hari dan interval tujuh hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi terbaik adalah ekstrak 20% dengan interval tiga hari.

Kata kunci: ekstrak rimpang lengkuas, kapang putih, busuk akar, terong

Pendahuluan

Tanaman terong (*Solanum melongena* L.), termasuk tanaman sayuran yang penting perannya dalam pemenuhan gizi masyarakat. Selain diolah sebagai masakan (lodeh, opor, dan asinan), buah terong juga dapat dimanfaatkan sebagai obat (buah terong mengandung zat aktif yang berfungsi untuk kontrasepsi, mencegah penyakit diabetes dan meningkatkan gairah kerja). Buah terong juga mengandung zat-zat yang berguna bagi tubuh, yaitu vitamin A, vitamin B, dan vitamin C (Sunarjono, 2008).

Dengan mempertimbangkan manfaatnya, maka tanaman terong (*S. melongena* L.) banyak dibudidayakan. Akan tetapi pada budidaya tanaman terong banyak menemui kendala, khususnya mengenai organisme pengganggu tanaman yang dapat menurunkan atau bahkan

menghilangkan produksi, antara lain *Sclerotium rolfsii* yang menyebabkan busuk leher akar (Semangun, 1996).

Saat ini telah banyak dikembangkan usaha pengendalian hayati terhadap patogen tanaman yang diharapkan merupakan tindakan pengendalian yang ramah lingkungan, sehingga tidak membahayakan kehidupan. Pengendalian tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroba antagonis maupun ekstrak tumbuhan (bahan nabati) yang memiliki aktivitas antifungi (Wall, 2000). Menurut Harborne (1987), ekstrak tumbuhan berpotensi memiliki aktivitas antifungi karena mengandung metabolit sekunder berupa tannin, flavonoid, terpenoid, dan alkaloid. Metabolit sekunder merupakan hasil metabolisme tumbuhan yang tidak digunakan untuk pertumbuhan dan banyak terdapat pada jaringan akar, batang, dan daun yang sudah tua. Selanjutnya menurut

Muljowati & Mumpuni (2008), salah satu bahan nabati yang dapat digunakan untuk pengendalian hayati patogen tanaman adalah ekstrak rimpang lengkuas (*Alpinia galanga* L). Kemampuan metabolit sekunder tumbuhan dalam menghambat pertumbuhan mikroba dengan efek samping yang lebih kecil dibandingkan senyawa kimia sintetik menjadikan metabolit sekunder yang terdapat dalam rimpang lengkuas kemungkinan juga dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan *S. rolfsii* penyebab penyakit busuk leher akar pada tanaman terong.

Materi dan metode

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikologi dan Fitopatologi untuk penyiapan ekstrak rimpang lengkuas dan inokulum *Sclerotium rolfsii*, rumah kaca Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto untuk uji *in planta*, Laboratorium Kimia Organik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jenderal Soedirman untuk karakterisasi senyawa aktif dari ekstrak rimpang lengkuas, dan Laboratorium Instrumen Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada untuk identifikasi komponen senyawa aktif dalam ekstrak rimpang lengkuas. Penelitian berlangsung selama tiga bulan yang dimulai pada April sampai dengan Juni 2009.

Penyiapan ekstrak rimpang lengkuas. Bahan nabati yang digunakan sebagai biofungisida adalah rimpang lengkuas (*A. galanga* L.). Sebanyak 1 kg rimpang lengkuas diparut (dikukur), kemudian dicampur dengan 1 liter ethanol absolut. Campuran tersebut dibiarkan selama 24 jam, kemudian disaring menggunakan kain belacu, dan dibuang ampasnya. Selanjutnya ekstrak rimpang lengkuas yang masih tercampur dengan ethanol absolut diuapkan di dalam *water bath* hingga diperoleh ekstrak rimpang lengkuas yang murni (Wuthi-udomlert *et al.*, 2002). Selanjutnya dari ekstrak rimpang lengkuas tersebut disiapkan dalam konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dengan menambahkan aquades.

Uji kandungan senyawa aktif dalam ekstrak rimpang lengkuas. Karakterisasi senyawa aktif dari ekstrak rimpang lengkuas mengacu pada Harborne (1987) untuk mengamati adanya senyawa golongan flavonoid, alkaloid, tanin dan terpenoid.

Identifikasi komponen dilakukan dengan kromatografi gas-spektrometri massa (GCMS). Interpretasi spektromassa dilakukan dengan bantuan komputer untuk mencari nilai *Linear Retention Indicase (LRI)* dari setiap spektra. Selanjutnya spektra tersebut juga dibandingkan dengan pola spektra massa senyawa yang telah diketahui yang terdapat pada data *National Institute Standard of Technology (NIST) Library* dan *Wiley Library*.

Penyiapan tanaman, inokulum, inokulasi, dan uji aktivitas antimikroba. Benih tanaman terong disemai pada bak pesemaian, setelah berumur 15 hari bibit terong dibungkus selama 7 hari. Inokulum *S. rolfsii* dalam media jagung diinkubasi selama 4 hari. Bibit terong yang telah dibungkus ditanam pada media tanam yang telah disiapkan sebelumnya (terdiri atas campuran tanah dan pupuk kandang sapi steril dengan perbandingan 2 : 1 dalam polybag berkapasitas 4 kg. Selanjutnya dilakukan pemberian inokulum *S. rolfsii* dalam media jagung sebanyak 10 gram per polybag dan ekstrak rimpang lengkuas masing-masing sebanyak 100 ml dengan konsentrasi sesuai dengan perlakuan.

Rancangan percobaan. Percobaan dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap dengan pola faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu faktor konsentrasi dan faktor waktu aplikasi ekstrak rimpang lengkuas. Konsentrasi ekstrak rimpang lengkuas yang digunakan berturut-turut 0%, 5%, 10%, 15%, 20, dan 25%; dan waktu aplikasi ekstrak rimpang lengkuas terdiri atas interval 3 hari dan interval 7 hari yang dilakukan sejak 3 hari setelah inokulasi *S. rolfsii* hingga tanaman terong pada perlakuan tanpa aplikasi ekstrak rimpang lengkuas (ERL) mati. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Perubahan yang diamati meliputi (1) masa inkubasi, yang dihitung sejak dilakukannya inokulasi sampai gejala awal nampak dengan satuan hari setelah inokulasi (hsi) dan (2) pengaruh hambatan ekstrak rimpang lengkuas terhadap *S. rolfsii* dengan menghitung jumlah daun bergejala layu dan jumlah daun sehat pada tanaman terong. Selanjutnya jumlah daun pada tanaman terong yang bergejala layu dan jumlah daun yang sehat tersebut untuk menghitung intensitas penyakit. Penghitungan intensitas penyakit dengan

rumus menurut Ambar (2003).

Selain itu juga diukur tinggi tanaman, bobot kering tanaman, pH media tanam, suhu media tanam, suhu rumah kaca dan kelembaban rumah kaca. Pengukuran tinggi tanaman dan bobot kering tanaman untuk mengetahui pengaruh ekstrak rimpang lengkuas terhadap tanaman terong, sedangkan pengukuran pH media tanam, suhu media tanam, suhu rumah kaca dan kelembaban rumah kaca untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan terhadap *Sclerotium rolfsii* dan tanaman terong. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur pada tingkat kepercayaan 95%.

Hasil dan pembahasan

Berdasarkan pengamatan, tanaman terong yang diinokulasi *Sclerotium rolfsii* menunjukkan gejala penyakit busuk leher akar. Infeksi terjadi pada bagian leher akar (bagian yang dekat dengan tanah). Bagian tersebut membusuk, dan pada permukaannya terdapat miselium jamur berwarna putih, seperti bulu. Miselium membentuk sklerotium, yang semula berwarna putih, kemudian berkembang menjadi butir-butir berwarna coklat yang mirip dengan biji sawi.

Perlakuan aplikasi ekstrak rimpang lengkuas berpengaruh nyata terhadap masa inkubasi (Tabel 1). Masa inkubasi yang paling cepat adalah 2 hari setelah inokulasi pada perlakuan aplikasi ekstrak rimpang lengkuas dengan interval 7 hari, sedangkan masa inkubasi yang paling lambat adalah 7 hari setelah inokulasi pada perlakuan aplikasi ekstrak rimpang lengkuas dengan interval 3 hari. Hal ini tidak sejalan dengan pernyataan Punja & Rahe (1993), bahwa masa inkubasi penyakit busuk leher akar 4 - 5 hari setelah inokulasi. Pendeknya masa inkubasi ini diduga karena inokulum dibuat pada media alami, yaitu media jagung. Menurut Punja & Rahe (1993), inokulum *S. rolfsii* yang dibuat dalam media alami jika

diaplikasikan akan segera terjadi infeksi saat inokulum tersebut kontak dengan inang. Dormansi sklerotia tidak terjadi dan perkecambahan sklerotia lebih tinggi daripada inokulum yang dibuat pada media PDA. Selain itu timbulnya penyakit atau gejala tergantung pada interaksi antara patogen dan tanaman inang, dan juga didukung oleh faktor lingkungan.

Intensitas penyakit ditentukan oleh tingkat serangan patogen pertanaman dalam populasi. Aplikasi ekstrak rimpang lengkuas pada tanaman terong yang terinfeksi *S. rolfsii* menyebabkan intensitas penyakit yang berbeda-beda. Hubungan antara konsentrasi ekstrak rimpang lengkuas dan intensitas penyakit pada masing-masing waktu aplikasi dapat dilihat pada pada Tabel 1. Intensitas penyakit busuk leher akar dapat ditekan dengan aplikasi ekstrak rimpang lengkuas 15%, 20%, dan 25% dengan interval 3 hari, yaitu masing-masing sebesar 81,99%, 58,46%, dan 53,07%. Perlakuan lain menunjukkan intensitas penyakit masing-masing 90%. Hal ini karena tingkat virulensi inokulum *S. rolfsii* yang tinggi dan pendeknya masa inkubasi sehingga gejala penyakit busuk leher akar pada tanaman terong segera muncul. Selain itu juga waktu aplikasi ekstrak rimpang lengkuas yaitu interval 3 hari dan interval 7 hari, sedangkan gejala penyakit mulai muncul sejak 2 hari setelah inokulasi sehingga rentang waktu tersebut memberikan kesempatan lebih lama terhadap *S. rolfsii* untuk menginfeksi dan menginvasi bagian dalam tanaman terong. Menurut Punja & Rahe (1993), infeksi dapat terjadi pada suhu ruang 27 – 30°C. Perkembangan penyakit maksimum terjadi pada suhu 27–30°C. Selama penelitian, suhu tanah berkisar antara 24 – 28°C, dan suhu ruang / rumah kaca selama penelitian berkisar pada 27 – 31°C. Berdasarkan data tersebut suhu lingkungan selama penelitian ini berlangsung masih mendukung pertumbuhan dan perkembangan *S. rolfsii*.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan terhadap masa inkubasi dan intensitas penyakit layu pada tanaman terong

Table 1. Influence of treatment on the incubation period and intensity of wilting disease on egg plant

Perlakuan	Masa inkubasi (hsi)	Intensitas Penyakit layu
E0W1	2d	90 a
E1W1	4b	90 a
E2W1	7a	90 a
E3W1	7a	81,99 a
E4W1	7a	58,46 b
E5W1	7a	53,07 b
E0W2	2d	90 a
E1W2	2d	90 a
E2W2	2d	90 a
E3W2	3c	90 a
E4W2	3c	90 a
E5W2	4b	90 a

Keterangan :

Data telah ditransformasi ke dalam Arc sin $\sqrt{\%}$

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

E₀ = Ekstrak Rimpang Lengkuas (ERL) 0%; E₁ = ERL 5%; E₂ = ERL 10%; E₃ = ERL 15%; E₄ = ERL 20%; E₅ = ERL 25%; W₁ = aplikasi ERL dengan interval 3 hari; W₂ = aplikasi ERL dengan interval 7 hari.

Penghambatan intensitas penyakit busuk leher akar oleh ekstrak rimpang lengkuas menunjukkan adanya aktivitas antifungi dalam ekstrak tersebut. Secara umum, Pelczar & Chan (1988) menyatakan bahwa mekanisme kerja senyawa antifungi dalam menghambat pertumbuhan jamur dapat melalui beberapa cara, yaitu menghambat sintesis dinding sel jamur, mengganggu membran sel jamur, menginaktivasi enzim-enzim metabolik dan menghambat sintesis asam nukleat dan protein. Menurut Fardiaz (1999), konsentrasi ekstrak tumbuhan dikatakan efektif menghambat pertumbuhan mikroba jika mampu menghasilkan persentase penghambatan minimal sebesar 50%, maka konsentrasi 20% dan 25% yang diaplikasikan dengan interval 3 hari dapat dikatakan efektif menghambat pertumbuhan *S. rolfsii*. Berdasarkan klasifikasi aktivitas antifungi Mori *et al* (1997), bahwa ekstrak rimpang lengkuas dengan konsentrasi 20% dan 25% yang diaplikasikan dengan interval 3 hari memiliki aktivitas antifungi yang kuat, yaitu dengan persentase penghambatan masing-masing sebesar 73,08% dan 83,86%.

Ekstrak rimpang lengkuas yang digunakan pada penelitian ini mengandung

beberapa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antifungi. Masing-masing metabolit sekunder tersebut memiliki mekanisme aktivitas antifungi yang berbeda-beda. Flavonoid mampu berikatan dengan enzim ekstraseluler dan protein terlarut (Al-bayati & Al-mola, 2008), selain itu flavonoid juga dapat merusak membran sel jamur (Tsuchiya *et al.*, 1996). Rusaknya membran sel akan mempengaruhi proses pertumbuhan jamur karena membran sel merupakan tempat terjadinya beberapa reaksi enzimatik sel. Tanin mampu menonaktifkan adhesin dan berikatan dengan polisakarida (Ya *et al.*, 1988). Menurut Dayang *et al.* (2005), tannin juga dapat menghambat enzim dan protein ekstraseluler dan efek langsung terhadap membran sel.

Senyawa alkaloid yang ditemukan pada penelitian ini yaitu tetrametrin. Mekanisme aktivitas antifungi alkaloid terhadap jamur patogen adalah dengan menyisip di antara dinding sel dan atau DNA kemudian mencegah replikasi DNA jamur sehingga pertumbuhan jamur akan terganggu (Atta-ur-Rahman & Choudhary, (1995), Enriz & Freile, (2006).

Berbeda dengan flavonoid, tannin dan alkaloid, mekanisme penghambatan

terpenoid terhadap jamur disebabkan oleh perubahan permeabilitas membran. Gangguan permeabilitas tersebut disebabkan oleh terpenoid dapat berperan sebagai pelarut yang mampu memasukkan metabolit sekunder lainnya ke dalam membran (Haraguchi *et al.*, 1999; Gershenzon & Dudareva, 2007). Berdasarkan hasil uji GCMS terhadap ekstrak rimpang lengkuas dapat diketahui bahwa tiga senyawa dari golongan terpenoid yang terkandung dalam ekstrak tersebut yaitu *caryophyllene oxida*, *aromadendrene*, dan *1,4-methano-2H-cyclopent d oxepin-2,5 (4H)-dione*.

Senyawa fenolik yang ditemukan pada penelitian ini yaitu fenil propanoid (turunan eugenol). Senyawa tersebut mampu menghambat pertumbuhan jamur dengan cara mendenaturasi protein sel sehingga merusak membrane sel dan mengurangi tekanan permukaan sel (Suhairi, 2007).

Selain golongan terpenoid, flavonoid, tanin, fenolik, dan alkaloid didapatkan juga golongan asam lemak dalam ekstrak rimpang lengkuas yaitu *octadecenoic acid*. Mekanisme penghambatan asam lemak hampir sama dengan mekanisme penghambatan terpenoid. Tyler & Richard (2001) menyatakan bahwa asam lemak

dapat menghambat pertumbuhan dengan cara menyisip di antara membran sel jamur, meningkatkan permeabilitas membran bahkan dapat merusak integritas sitoplasma. Selain itu, asam lemak juga dapat menghambat morfogenesis jamur dan mencegah pembentukan hifa (McLain *et al.*, 2002).

Menurut Suastika & Kamandalu (2005), penggunaan pestisida nabati dapat meningkatkan kesuburan tanaman karena pestisida tersebut dapat berperan sebagai pupuk organik. Oleh karena itu, penggunaan ekstrak rimpang lengkuas diduga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman terong, dalam hal ini tinggi tanaman juga mendapatkan pengaruh positif dengan adanya aplikasi ekstrak rimpang lengkuas.

Tinggi tanaman dan bobot kering tanaman merupakan salah satu indikator pertumbuhan (Punja & Rahe, 1993). Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa rata-rata tinggi tanaman yang paling tinggi adalah yang diberi perlakuan ekstrak rimpang lengkuas 25% yang diaplikasikan dengan interval 3 hari, yaitu 99,3mm dan yang terendah adalah tinggi tanaman terong dengan perlakuan ekstrak rimpang lengkuas sebanyak 5% yang diaplikasikan dengan interval 7 hari, yaitu 30mm.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap tinggi dan bobot kering tanaman terong
Table 2. The influence of treatment on height and dried weight of egg plant

Perlakuan	Tinggi tanaman	Bobot kering tanaman
E0W1	48,3 c	0,168 a
E1W1	49 c	0,508 a
E2W1	51,3 bc	0,775 a
E3W1	53,7 b	0,384 a
E4W1	69 a	0,365 a
E5W1	99,3 c	1,448 a
E0W2	33,3 c	0,506 a
E1W2	30 c	0,428 a
E2W2	38 c	0,506 a
E3W2	40 c	0,305 a
E4W2	43,7 c	0,367 a
E5W2	53 c	0,26 a

Keterangan :

Data telah ditransformasi ke dalam Arc sin $\sqrt{\%}$

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

E₀ = Ekstrak Rimpang Lengkuas (ERL) 0%; E₁ = ERL 5%; E₂ = ERL 10%; E₃ = ERL 15%; E₄ = ERL 20%; E₅ = ERL 25%; W₁ = aplikasi ERL dengan interval 3 hari; W₂ = aplikasi ERL dengan interval 7 hari.

Menurut Suastika & Kamandalu (2005), bahwa penggunaan pestisida nabati dapat meningkatkan kesuburan tanaman karena pestisida tersebut dapat berperan sebagai pupuk organik. Oleh karena itu, penggunaan ekstrak rimpang lengkuas dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman terong, dalam hal ini tinggi tanaman juga mendapatkan pengaruh positif dengan adanya aplikasi ekstrak rimpang lengkuas.

Bobot kering tanaman terong tertinggi adalah yang diberi ekstrak rimpang lengkuas sebanyak 25% yang diaplikasikan dengan interval 3 hari, yaitu 1,448 gram, dan yang terendah adalah yang tidak diberi ekstrak rimpang lengkuas, yaitu 0,168 gram (Tabel 2).

Aplikasi ekstrak rimpang lengkuas tidak berpengaruh meningkatkan bobot kering tanaman terong. Hal ini karena tanaman terong yang terserang penyakit busuk leher akar membentuk system perakaran yang lebih panjang jika dibandingkan dengan tanaman terong yang sehat. Menurut Gregory (2006), bahwa perakaran tanaman yang terinfeksi *S. rolfsii* membentuk system perakaran yang besar untuk mendapatkan suplai unsur hara dan air seperti halnya tanaman yang kekurangan air. Dengan demikian, terbentuknya system perakaran yang besar akan menyebabkan penambahan bobot kering tanaman.

Faktor-faktor lingkungan sangat berperan dalam mempengaruhi awal perkembangan penyakit tanaman yang bersifat infeksi.

Faktor-faktor tersebut antara lain suhu, kelembapan, cahaya, hara tanah, dan pH tanah. Suhu tanah memegang peranan yang sangat penting karena *S. rolfsii* sangat peka terhadap perubahan suhu. Walaupun faktor lingkungan yang lain sesuai untuk perkembangan penyakit tetapi apabila suhu tanah tidak sesuai, maka pathogen tidak dapat menginfeksi tanaman. Pada suhu 18°C sedikit terjadi infeksi dan pada suhu antara 25 – 28°C pathogen akan menjadi virulen (Sastrahidayat, 1990). Suhu udara / ruang mempunyai pengaruh yang sama dengan suhu tanah terhadap perkembangan pathogen. Suhu tanah selama penelitian berkisar antara 24 – 28°C, dan suhu ruang / rumah kaca selama penelitian berkisar antara 27 – 33°C. Berdasarkan data tersebut suhu lingkungan selama penelitian ini mendukung pertumbuhan dan perkembangan *S. rolfsii*.

Faktor lain yang mempengaruhi perkembangan penyakit tanaman adalah pH dan kelembaban. Patogen tumbuh baik pada biakan murni dengan kisaran pH 3,6 – 8,4, sedangkan untuk sporulasi optimal pada pH 5. Sporulasi yang terjadi pada tanah dengan pH di bawah 7,0 adalah 5 – 20 kali lebih besar dibandingkan dengan tanah dengan pH lebih dari 7,0. Pada pH di bawah 7,0 sporulasi akan melimpah pada semua jenis tanah tetapi tidak akan terjadi pada pH di bawah 3,6 atau di atas 8,8 (Sastrahidayat, 1990). Kelembaban tanah membantu perkembangan penyakit. Kelembaban tanah selama penelitian berkisar antara 60 – 80%. Berdasarkan data hasil pengukuran tersebut, maka secara umum dapat dikatakan bahwa kondisi lingkungan selama penelitian masih cukup mendukung pertumbuhan dan perkembangan *S. rolfsii* dan tanaman terong.

Simpulan

Ekstrak rimpang lengkuas mampu menekan intensitas penyakit busuk leher akar pada tanaman terong. Konsentrasi ekstrak rimpang lengkuas yang efektif untuk mengendalikan busuk leher akar pada tanaman terong adalah konsentrasi sebesar 20% yang diaplikasikan setiap 3 hari sekali.

Daftar pustaka

- Al-Bayati, F.A & H. F. Al-Mola. 2008. Antibacterial and antifungal activities of different parts of *Tribulus terrestris* L. growing in Iraq. *J. Zhejiang Univ Sci B*, Vol 9 (2) : 154 – 159.
- Ambar, A.A. 2003. Efektivitas Waktu Inokulasi *Trichoderma viridae* dalam Mencegah Penyakit Layu Fusarium Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) di Rumah Kaca. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 7 : 1 (7 – 11).
- Atta-ur-Rahman, & M.I. Choudhary. 1995. Diterpenoid and steroidal alkaloids. *Nat. Prod. Rep.*, 12 : 361 – 379.
- Dayang, F. B., S. Razinah, & Paden. 2005. Antimicrobial activities of ethanol and their products. *Biotropia*, 19 : 26 – 46.
- Enriz, R.D, & M.L. Freile. 2006. Structure-activity relationship of berberine and derivatives acting as antifungal compounds. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, Vol. 94 (3): 113 – 119.

- Fardiaz, S. 1999. Analisis Mikrobiologi Pangan. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Gershenzon, J & N. Dudareva. 2007. The function of terpene natural product in the natural world. *Nature Chemical Biology* 5 (3): 408–414.
- Gregory, P.J. 2006. Plant Roots. Growth, Activity and Interaction with Soils. Blackwell Publishing, Iowa.
- McLain, N., R. Ascanio, & C. Baker. 2000. Undecylenic acid inhibits morphogenesis of *Candida albicans*. *Antimicrob Agents Chemother*, Vol 2000 (44) 2873–2875.
- Mori, M., M. Aoyama., S. Doi, A. Kanetoshi, & T. Hayashi. 1997. Antifungal activity of bark extract of deciduous trees. *Holz als Roh und Werkstoff Springer-verlag*, 55: 130–132.
- Muljowati, J.S & A. Mumpuni. 2008. Penggunaan Ekstrak Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* L) Untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Seminar Nasional Eksplorasi Suber Daya Hayati Mikroba Untuk Pengembangan Medis, Industri Dan Lingkungan Yang Berkelanjutan. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Purwokerto.
- Pelczar, J & E.C.S. Chan. 1988. Mikrobiologi Dasar Jilid I. Penerjemah : R.S. Hadioetomo, T. Imas, S.S. Tjitrosomo, dan S.L. Angka. IU Press, Jakarta.
- Punja, Z.K & J.E. Rahe. 1993. Schlerotium. In : Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi, L.L. Singleton, J.D. Mihail, & C.M. Rush (eds). APS Press, The American Phytopatological Society, St. Paul, Minnesota.
- Sastrahidayat, I.R. 1990. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya-USaha Nasional, Surabaya.
- Semangun, H. 1996. Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Suastika, I.B.K & A.A.N.B. Kamandalu. 2005. Penggunaan Biopestisida Persada dan Pestisida Nabati dalam Uji Adaptasi Pengendalian Penyakit Layu Pisang di Provinsi Bali. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 8(3): 405–416.
- Sunarjono, H. 2008. Bertanam 30 Jenis Sayur. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tsuchiya, H., M. Sato, T. Miyazaki, S. Fujiwara, S. Tanigaki, M. Ohyama, T. Tanaka, I. Takase, & M. Linuma. 1996. Comparative study on the antibacterial activity of phytochemical flavonones against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J. Ethnopharmacol*, 50: 27–34.
- Tyler, A & B. Richard. 2001. Specificity and mode of action of the antifungal fatty acid cis-9-heptadecenoic acid produced by *Pseudozyma flocculosa*. *Applied and environmental microbiology*, 67 (2): 956–960.
- Wall, R.E. 2000. Perceptions of Biological Controls. *Phytoparasitica* 28: 1 (1-5).
- Wuthi-udomlert, M, W. Gritsanapan, O. Luanratana and W. Caichompoo. 2002. Antifungal Activity of *Curcuma longa* Grown in Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, Vol 31 (suppl) 1 : 178 – 182.
- Ya, C., S. H. Gafney., T.H. Lilley, & E. Haslam. 1988. Chemistry and Significance of Condensed Tannins. Plenum Press, New York.