

Aktivitas Ekstrak Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga*) terhadap Pertumbuhan Jamur *Aspergillus* spp. Penghasil Aflatoksin dan *Fusarium moniliforme*

The activity of galanga (*Alpinia galanga*) rhizome extract against the growth of filamentous fungi *Aspergillus* spp. that produce aflatoxin and *Fusarium moniliforme*

NOOR SOESANTI HANDAJANI, TJAHJADI PURWOKO*

Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta 57126.

Diterima: 30 Januari 2008. Disetujui: 4 Mei 2008.

ABSTRACT

Galanga (*Alpinia galanga* L.) rhizome was known to inhibit the growth of pathogenic fungi. The antifungal substances of galangal rhizome were found from their volatile oil. The objectives of this experiment were to study the ethanol extract of galangal rhizome against the growth of filamentous fungi *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus terreus*, and *Aspergillus niger* that produce mycotoxin, especially aflatoxin, based on biomass and colony area and to determine minimum growth inhibitory concentration of the extract of galangal rhizome. The extract of galangal rhizome was significant ($p < 0.05$) effective against biomass of *F. moniliforme* and *A. flavus*. The extract of galangal rhizome however was significant ($p < 0.05$) effective against colony area of *F. moniliforme*, *A. flavus* and *A. niger*. The minimum growth inhibitory concentration of extracts galangal rhizome against the growth of *A. flavus*, *F. moniliforme* and *A. niger* were 816, 1,682, and 3,366 mg/L respectively.

© 2008 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: *Aspergillus* spp., *Fusarium moniliforme*, galangal rhizome extract, minimum growth inhibitory concentration

PENDAHULUAN

Salah satu penyebab kerusakan bahan pangan, khususnya biji-bijian adalah kontaminasi jamur selama penyimpanan. Mikotoksin yang umum mencemari biji-bijian adalah aflatoksin dan fumonisin. Selain itu, okratoksin dan patulin merupakan mikotoksin yang juga dapat mencemari biji-bijian. Sebanyak 72,2% biji jagung di Thailand terkontaminasi baik oleh fumonisin maupun aflatoksin (Yoshizawa dkk., 1996). *Aspergillus* sp. merupakan jamur yang mampu memproduksi aflatoksin. Handajani dkk. (2003) berhasil mengidentifikasi dan menyeleksi jamur penghasil aflatoksin yang tumbuh pada beberapa merk petis udang komersial antara lain *A. flavus*, *A. niger*, *A. wentii*, *A. melleus*, dan *Penicillium citrinum*. Aflatoksin dapat mengkontaminasi biji-bijian, buah, daging, keju, produk olahan makanan hasil fermentasi seperti kecap dan oncom serta rempah-rempah (Makfoeld, 1990). *A. flavus* biasanya mengkontaminasi biji jagung dan kacang tanah. Selain menghasilkan aflatoksin, *A. flavus* juga mampu menginfeksi manusia dan hewan, sehingga menghasilkan penyakit yang disebut aspergillosis. *Aspergillus terreus* dan *A. niger* merupakan jamur yang mampu memproduksi mikotoksin. *A. terreus* menghasilkan beberapa mikotoksin, yaitu aflatoksin, patulin, dan sitrinin. *A. niger* memproduksi okratoksin. *A. terreus* dan *A. niger* merupakan jamur yang

dapat menimbulkan aspergillosis. *Fusarium moniliforme* merupakan jamur penghasil fumonisin, khususnya fumonisin B1. Selain itu, jamur ini juga menghasilkan asam fusarat, fusarin C, dan moniliformin (Wang, 2000). Dilaporkan juga bahwa *F. moniliforme* berhubungan erat dengan penyakit Keshan di Cina. Mazzani dkk. (2001) melaporkan bahwa 26-72% biji tanaman jagung di Venezuela terserang *F. moniliforme* dan semuanya teridentifikasi mengandung 0,8-1,3 ppm fumonisin.

Lengkuas (*Alpinia galanga* L.) merupakan anggota familia Zingiberaceae. Rimpang lengkuas mudah diperoleh di Indonesia dan manjur sebagai obat gosok untuk penyakit jamur kulit (panu) sebelum obat-obatan modern berkembang seperti sekarang. Rimpang lengkuas juga digunakan sebagai salah satu bumbu masak selama bertahun-tahun dan tidak pernah menimbulkan masalah. Manfaat rimpang lengkuas telah dipelajari oleh para ilmuwan sejak dulu. Rimpang lengkuas memiliki berbagai khasiat di antaranya sebagai antijamur dan antibakteri. Penelitian Yuharmen dkk. (2002) menunjukkan adanya aktifitas penghambatan pertumbuhan mikrobia oleh minyak atsiri dan fraksi metanol rimpang lengkuas pada beberapa spesies bakteri dan jamur. Penelitian Sundari dan Winarno (2000) menunjukkan bahwa infus ekstrak etanol rimpang lengkuas yang berisi minyak atsiri dapat menghambat pertumbuhan beberapa spesies jamur patogen, yaitu: *Tricophyton*, *Mycrosporium gypseum*, dan *Epidermo floccasum*. Namun penelitian dan penggunaan ekstrak rimpang lengkuas untuk menghambat pertumbuhan jamur filamentus agaknya belum pernah dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antifungi ekstrak rimpang lengkuas

▼ Alamat korespondensi:

Jl. Ir Sutami 36A Surakarta 57126;
Tel.: +62-272-663375, Fax.: +62-272-663375.
e-mail: tjahjadipurwoko@yahoo.co.id

terhadap jamur filamentus *Fusarium moniliforme* dan *Aspergillus* spp. yang mampu memproduksi mikotoksin.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan meliputi rimpang lengkuas merah, kemikalia seperti kloramfenikol, etanol dan heksana, serta kultur murni jamur *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus*, *A. terreus*, dan *A. niger* yang diperoleh dari *Food & Nutrition Culture Collection*, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Media *Czapex dox agar* (CDA) diperoleh dari Merck, Jerman.

Ekstraksi rimpang lengkuas

Rimpang lengkuas yang masih segar sebanyak 1 kg diparut dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 5 hari. Setelah kering, 100 kg parutan rimpang lengkuas diekstrak dalam 500 mL etanol 70% selama 24 jam pada suhu kamar. Setelah disaring, filtrat dievaporasi dengan rotary evaporator (40°C, vakum). Setelah kering ekstrak ditambah 10 mL etanol dan 20 mL heksana. Setelah dikocok, lapisan heksana yang mengandung lemak dibuang. Lapisan etanol dikeringkan sampai menjadi kristal. Ekstrak kering (1 g) dilarutkan dalam larutan etanol 1% (1:100; w/v).

Uji aktivitas antijamur ekstrak rimpang lengkuas

Ekstrak rimpang lengkuas sebanyak 0 (kontrol), 100, 500, dan 1.000 µL ditambah media CDA yang mengandung 500 ppm kloramfenikol, sampai volume mencapai 10 mL, sehingga konsentrasi ekstrak lengkuas dalam perlakuan adalah 0, 100, 500, dan 1000 mg/L. Suspensi masing-masing jamur (100 µL) yang mengandung 108 spora/mL diinokulasi ke media CDA yang mengandung ekstrak rimpang lengkuas. Kultur jamur ditumbuhkan pada suhu 30°C sampai 72 jam. Masing-masing sampel dibuat tiga ulangan. Luas koloni dan biomassa jamur diukur pada umur 48 dan 72 jam inkubasi.

Pengukuran luas koloni dan biomassa jamur

Koloni jamur yang tumbuh di media CDA baik yang berisi ekstrak rimpang lengkuas maupun kontrol dibuat replika dengan kertas yang telah diketahui luas dan beratnya. Luas koloni diperoleh dengan membandingkan berat replika dan berat kertas mula-mula dikali luas mula-mula. Kultur jamur pada media CDA dikerok dan dilarutkan dalam 10 mL air steril, kemudian disentrifugasi pada kecepatan 5.000 rpm selama 5 menit. Endapan yang diperoleh, dikeringkan pada suhu 60°C selama 4-5 hari, kemudian ditimbang.

Analisis statistik luas koloni dan biomassa jamur

Data luas koloni dan biomassa masing-masing species jamur dianalisis dengan anava faktorial. Faktor waktu inkubasi jamur terdiri atas 2 perlakuan, yaitu 48 dan 72 jam. Faktor konsentrasi ekstrak rimpang lengkuas terdiri atas 4 perlakuan, yaitu 0, 100, 500, dan 1000 mg/L. Jika hasil analisis anava faktorial menunjukkan perbedaan nyata, maka dilakukan analisis lanjut dengan uji Tukey ($\alpha=0,05$) untuk mengetahui perbedaan antar dosis paparan ekstrak rimpang lengkuas.

Analisis konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum

Data luas koloni masing-masing species jamur yang menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan dianalisis

regresi linier. Setelah diketahui persamaan regresinya, maka dihitung konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum, yaitu konsentrasi dimana luas koloninya adalah 50% luas koloni kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas koloni dan biomassa jamur

Secara tradisional rimpang lengkuas digunakan untuk mengobati penyakit panu, kadas, bronkitis, dan reumatik. Senyawa kimia utama lengkuas adalah minyak atsiri yang tersusun atas eugenol, seskuiterpen, pinen, metil-sinamat, kaemferida, galangan, dan galangol. Rimpang lengkuas yang digunakan dalam penelitian ini adalah rimpang lengkuas merah. Minyak atsiri lengkuas merah mengandung 12 senyawa dan didominasi oleh sineol, karanol, dan farnesen (Jamal dkk., 1996). Rimpang lengkuas efektif untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen pada manusia seperti *Trichophyton longifusus* (Khattak dkk., 2005), khamir (Janssen dan Scheffer, 1985), *Cryptococcus neoformans* dan *Microsporium gypseum* (Phongpaichit dkk., 2005).

Jamur *A. niger* termasuk dalam katagori mikrobia aman untuk dikonsumsi manusia. Jamur merupakan organisme yang mudah bermutasi. Oleh karena itu, tidak tertutup kemungkinan jamur *A. niger* bermutasi menjadi jamur patogen atau penghasil mikotoksin. Baker (2006) menyarankan delesi gen-gen penghasil mikotoksin untuk menghilangkan kemampuan *A. niger* memproduksi mikotoksin. Jamur *A. flavus* menunjukkan pertumbuhan cepat pada media CDA dibandingkan jamur lainnya, meskipun media tersebut mengandung ekstrak rimpang lengkuas. Hal ini menunjukkan bahwa jamur *A. flavus* teradaptasi dengan baik pada media CDA. Jamur ini merupakan jamur kosmopolit, sehingga mudah ditemukan di berbagai lokasi di dunia dan paling mudah ditemukan pada biji-bijian (Wanwright, 1992). Jamur *F. moniliforme* yang ditanam pada media CDA yang mengandung ekstrak rimpang lengkuas selama 24 jam tidak menunjukkan pertumbuhan yang diharapkan, yaitu tidak diperoleh replika yang memadai. Oleh karena itu pertumbuhan diukur setelah 48 dan 72 jam inkubasi.

Luas koloni jamur

Pada umumnya pengukuran luas koloni jamur menggunakan media padat, sedangkan pengukuran biomassa menggunakan media cair, namun pada penelitian ini digunakan media padat karena mendukung pengukuran luas koloni dan biomassa. Koloni dapat memberikan gambaran jumlah miselia jamur hidup. Semakin lebar atau luas koloni yang dihasilkan, maka semakin banyak jumlah miselia jamur hidup. Jika biomassa tidak dapat digunakan untuk membedakan jamur yang hidup dan mati, maka koloni dapat digunakan untuk membedakannya. Jika hidup, maka terjadi perluasan area pertumbuhan miselia, sehingga koloni jamur menjadi semakin lebar dan luas. Koloni diukur berdasarkan luasnya. Pengukuran luas koloni dimaksudkan untuk memperkuat data biomassa. Hal ini karena biomassa tidak dapat membedakan miselia yang mati dan hidup, sedangkan luas koloni dapat membedakannya.

Koloni kontrol jamur *A. flavus* lebih luas daripada jamur lainnya. Hal ini berbanding lurus dengan biomasanya. Pertumbuhan luas koloni masing-masing jamur tidak lebih dari dua kali lipat, baik kontrol maupun yang terpapar ekstrak rimpang lengkuas (Tabel 1.). Pertumbuhan semua jamur terhambat oleh ekstrak rimpang lengkuas. Hal ini terlihat pada luas koloni jamur terpapar ekstrak rimpang

lengkuas yang lebih kecil dibandingkan luas koloni jamur kontrol. Penghambatan pertumbuhan ekstrak rimpang lengkuas telah terjadi sejak umur inkubasi 48 jam. Bahkan pertumbuhan jamur *A. niger* tampak paling terhambat ekstrak rimpang lengkuas, terlihat dari pertambahan luas koloninya yang relatif sedikit.

Tabel 1. Luas koloni jamur (cm²) pada media CDA yang mengandung ekstrak rimpang lengkuas.

	<i>F.moniliforme</i>	<i>A.flavus</i>	<i>A. terreus</i>	<i>A. niger</i>
Inkubasi 48 jam				
Kontrol	1,80	19,16	1,70	0,94
100 mg/L	1,24	14,53	1,00	0,81
500 mg/L	0,96	10,32	0,92	0,81
1000 mg/L	1,29	5,27	0,83	0,76
Inkubasi 72 jam				
Kontrol	2,30	28,94	1,48	1,32
100 mg/L	1,71	17,36	1,57	0,92
500 mg/L	1,31	10,64	1,53	0,80
1000 mg/L	1,49	14,06	1,57	1,04

Tabel 2. Analisis statistik luas koloni jamur pada media CDA yang mengandung ekstrak rimpang lengkuas.

	<i>F. moniliforme</i>	<i>A. flavus</i>	<i>A. terreus</i>	<i>A. niger</i>
Kontrol	2,05 ^a	24,05 ^a	1,59 ^a	1,13 ^a
100 mg/L	1,48 ^{ab}	15,94 ^b	1,28 ^a	0,90 ^{ab}
500 mg/L	1,13 ^b	10,48 ^c	1,22 ^a	0,86 ^b
1000 mg/L	1,39 ^{ab}	9,67 ^c	1,20 ^a	0,80 ^b

a-c: angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) pada kolom sama.

Tabel 3. Biomassa (mg) oleh jamur pada media CDA yang mengandung ekstrak rimpang lengkuas.

	<i>F.moniliforme</i>	<i>A.flavus</i>	<i>A. terreus</i>	<i>A. niger</i>
Inkubasi 48 jam				
Kontrol	2,00	64,00	2,00	1,33
100 mg/L	3,00	20,00	1,33	1,67
500 mg/L	4,67	23,33	2,67	2,67
1000 mg/L	2,33	24,67	2,67	3,00
Inkubasi 72 jam				
Kontrol	14,00	594,00	5,00	6,00
100 mg/L	10,33	256,67	7,67	4,33
500 mg/L	9,00	42,00	8,67	4,67
1000 mg/L	10,00	64,67	6,67	4,33

Tabel 4. Analisis statistik biomassa jamur pada media CDA yang mengandung ekstrak rimpang lengkuas.

	<i>F.moniliforme</i>	<i>A. flavus</i>	<i>A. terreus</i>	<i>A. niger</i>
Kontrol	8,00 ^a	329,00 ^a	3,50 ^a	3,67 ^a
100 mg/L	6,67 ^{ab}	138,33 ^b	4,50 ^a	3,00 ^a
500 mg/L	6,83 ^{ab}	32,67 ^c	5,67 ^a	3,67 ^a
1000 mg/L	4,50 ^b	44,67 ^{bc}	4,67 ^a	3,67 ^a

a-c: huruf berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) pada kolom sama.

Analisis statistik luas koloni jamur *F. moniliforme*, *A. flavus*, dan *A. niger* menunjukkan perbedaan signifikan antar-perlakuan ekstrak rimpang lengkuas (Tabel 2). Hasil analisis statistik luas koloni memperkuat hasil analisis statistik biomassa. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak rimpang lengkuas mampu menghambat pertumbuhan tiga jamur tersebut, yaitu *F. moniliforme*, *A. flavus*, dan *A. niger*.

Biomassa jamur

Biomassa jamur terus meningkat selama inkubasi 72 jam (Tabel 3). Biomassa jamur *A. flavus* kontrol paling tinggi peningkatannya, yaitu sembilan kali lipat. Biomassa jamur terpapar ekstrak rimpang lengkuas juga meningkat,

tetapi lebih rendah daripada kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pertumbuhan jamur selama inkubasi 72 jam, meskipun di dalam media mengandung ekstrak rimpang lengkuas. Dengan demikian ekstrak rimpang lengkuas tidak mampu membunuh jamur, tetapi hanya menghambat.

Membandingkan biomassa jamur kontrol dengan biomassa jamur terpapar ekstrak rimpang lengkuas, maka terlihat bahwa ekstrak rimpang lengkuas mampu menurunkan biomassa jamur selama inkubasi 72 jam (Tabel 3). Penghambatan pertumbuhan jamur sudah mulai terlihat pada konsentrasi 1 mg/L ekstrak rimpang lengkuas pada umur inkubasi 48 jam. Penghambatan pertumbuhan ekstrak rimpang lengkuas pada umur inkubasi 48 jam terlihat jelas pada *A. flavus*. Pertumbuhan jamur lainnya tampaknya terhambat lebih jelas pada umur inkubasi 72 jam.

Untuk memperjelas penghambatan ekstrak rimpang lengkuas terhadap produksi biomassa jamur dilakukan analisis statistik. Analisis statistik biomassa jamur *A. flavus* dan *F. moniliforme* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar-perlakuan konsentrasi ekstrak rimpang lengkuas (Tabel 4), sedangkan analisis statistik biomassa jamur *A. terreus* dan *A. niger* tidak berbeda signifikan. Dengan demikian ekstrak rimpang lengkuas efektif menghambat produksi biomassa jamur *A. flavus* dan *F. Moniliforme*, namun perlu diperhatikan bahwa biomassa merupakan kumpulan miselia atau filamen-filamen jamur baik yang hidup maupun mati.

Konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum

Luas koloni dan biomassa jamur terus bertambah meskipun lebih rendah daripada kontrol (Tabel 1 & 3). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas antijamur pada ekstrak rimpang lengkuas hanya bersifat fungistatik. Hal ini menguntungkan, karena sel inang dapat mengembangkan sistem pertahanan diri ketika terserang oleh jamur-jamur tersebut. Penelitian Yuharmen dkk. (2002) menunjukkan bahwa ekstrak metanol efektif terhadap *Rhizopus sp.* dan *Neurospora sp.*

Konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum tidak sama dengan konsentrasi penghambatan minimum yang biasa digunakan untuk analisis senyawa antimikrobia. Konsentrasi penghambatan minimum biasanya menggunakan media cair dan parameter yang diukur adalah jumlah pembentuk koloni (*colony forming unit*), sedangkan konsentrasi penghambatan minimum adalah konsentrasi senyawa antimikrobia yang mampu menghambat 50% pertumbuhan mikrobia. Luas koloni menunjukkan kuantitas pertumbuhan jamur yang hidup, maka untuk mengetahui konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum digunakan data luas koloni.

Persamaan regresi ekstrak rimpang lengkuas terhadap luas koloni jamur *A. flavus*, *F. moniliforme*, dan *A. niger* menunjukkan signifikansi sebesar $p < 0,05$; $p > 0,05$; dan $p > 0,05$ (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa persamaan regresi ekstrak rimpang lengkuas terhadap luas koloni yang dapat dipercaya adalah persamaan regresi ekstrak rimpang lengkuas terhadap luas koloni *A. flavus*. Hal ini terlihat pada konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum *F. moniliforme* dan *A. niger*, yaitu 1.682 dan 3.366 mg/L di luar kisaran konsentrasi yang digunakan, yaitu 0 sampai 1000 mg/L. Konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum ekstrak rimpang lengkuas terhadap pertumbuhan *A. flavus* sebesar 816 mg/L. Nilai sebesar itu menunjukkan bahwa ekstrak rimpang lengkuas tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur filamentus *A. flavus*. Hasil penelitian Yuharmen dkk. (2002) menunjukkan bahwa fraksi metanol

ekstrak rimpang lengkuas tidak efektif menghambat *Peniillium* sp.

Tabel 5. Konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum ekstrak rimpang lengkuas terhadap jamur.

Jenis	Persamaan regresi	Signifikansi	Konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum (mg/L)
<i>A. flavus</i>	$Y = 19,907 - 0,012200X$	$p < 0,05$	816
<i>F. moniliforme</i>	$Y = 1,716 - 0,000510X$	$p > 0,05$	1.682
<i>A. niger</i>	$Y = 1,983 - 0,000146X$	$p > 0,05$	3.366

Keterangan: X: konsentrasi ekstrak rimpang lengkuas (mg/L), Y: luas koloni jamur (cm²).

Jamur dapat menyerang hewan dan manusia melalui dua cara, yaitu melalui produksi mikotoksin dan infeksi jamur. Pada umumnya *Aspergillus* mampu memproduksi mikotoksin. Bahkan *A. niger* yang bernilai ekonomis juga mampu memproduksi mikotoksin, karena memiliki gen yang mampu memproduksinya (Baker, 2006). Infeksi jamur pada hewan dan manusia diawali dengan terhirupnya spora jamur oleh hewan dan manusia. Ketika tumbuh jaringan hidup, biasanya jamur tersebut berbentuk sel tunggal (khamir). Bentuk khamir merupakan bentuk adaptif jamur patogen oportunistik untuk bertahan hidup. Jika jamur tersebut hidup, maka tidak tertutup kemungkinan akan memproduksi mikotoksin.

Penelitian sebelumnya tentang rimpang lengkuas biasanya difokuskan pada aktivitas antijamur patogen. Mekanisme penghambatan pertumbuhan ekstrak rimpang lengkuas kemungkinan melalui perusakan permeabilitas membran sel (Haraguchi dkk., 1996). Penerapan ekstrak rimpang lengkuas harus hati-hati, karena memiliki efek sitotoksitas dan mampu merusak DNA pada enam sel manusia (*human cell line*), yaitu sel normal, sel p53-inaktif, fibroblast, sel epitelium normal, sel tumor payudara dan sel adenokarsinoma paru-paru (Muangnoi dkk., 2007).

KESIMPULAN

Ekstrak rimpang lengkuas (*Alpinia galanga*) memiliki aktivitas antijamur terhadap jamur filamentus, meskipun tidak kuat. Konsentrasi penghambatan pertumbuhan minimum ekstrak rimpang lengkuas terhadap pertumbuhan *A. flavus*, *F. moniliforme*, dan *A. niger* masing-masing sebesar 816, 1.682 dan 3.366 mg/L .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia dengffdan Surat Perjanjian No. 006/SP2H/PP/DP2M/III/2007, tanggal 29 Maret 2007. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rory A. Kristiawan yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, S.E. 2006. *Aspergillus niger* genomics: past, present and into the future. *Medical Mycology* 44: 517-521.
- Handajani N.S., R. Setyaningsih, dan T. Widiyani. 2003. *Deteksi Aflatoxin B1 pada Petis Udang Komersial*. [Artikel Penelitian Dosen Muda]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Haraguchi, H., Y. Kuwata, K. Inada, K. Shingu, K. Miyahara, M. Nagao, and A. Yagi. 1996. Antifungal activity from *Alpinia galanga* and the competition for incorporation of unsaturated fatty acids in cell growth. *Planta Medica* 62:308-313.
- Jamal, Y., T. Murningsih, dan P.N. Evita. 1996. Identifikasi minyak atsiri dan uji kuantitatif dari lengkuas merah (*Alpinia galanga* L.). Bogor: Puslitbang Biologi, LIPI.
- Janssen A.M., and J.J. Scheffer. 1985. Acetoxychavicol acetate, an antifungal component of *Alpinia galanga*. *Planta Medica* 51: 507-511.
- Khattak S., S. Rehman, U.H Shah, W. W. Ahmad, and M. Ahmad, 2005. Biological effects of indigenous medicinal plants *Curcuma longa* and *Alpinia galanga*. *Fitoterapia* 76: 254-257.
- Makfoeld, D. 1990. *Mikotoksin Pangan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Mazzani, C., O. Borges, O. Luzon, V. Barrientos, and P. Quijada. 2001. Occurrence of *Fusarium moniliforme* and fumonisins in kernels of maize hybrids in Venezuela. *Brazilian Journal of Microbiology* 32: 517-523.
- Muangnoi, P., M. Lu, J. Lee, A. Thepouyporn, R. Mirzayans, X.C. Le, M. Weinfeld, and S. Changbumrung. 2007. Cytotoxicity, apoptosis and DNA damage induced by *Alpinia galanga* rhizome extract. *Planta Medica* 73: 748-754.
- Phongpaichit, S., S. Subhadhirasakul, and C. Wattanapiromsakul. 2005. Antifungal activities of extracts from Thai medicinal plants against opportunistic fungal pathogens associated with AIDS patients. *Mycoses* 48: 333-338.
- Sundari, D. dan M.W. Winarno. 2000. Informasi tumbuhan obat sebagai anti jamur. Jakarta: Puslitbang-Balitbangkes Depkes RI.
- Wang, Z.G. 2000. The first find of yeast-like cells of *Fusarium moniliforme* and mechanism of infection injury. *Abstract of International Conference of Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. Beijing, 17-20 September 2000.
- Yuharmen, Y., Y. Eryanti, dan Nurbalatif. 2002. Uji Aktivitas Antimikrobia Minyak Atsiri dan Ekstrak Metanol Lengkuas (*Alpinia galanga*). *Jurnal Nature Indonesia*, 4 (2): 178-183.
- Yoshizawa, T., A. Yamashita, and N. Chokethaworn. 1996. Occurrence of fumonisins and aflatoxins in corn from Thailand. *Food Additive and Contamination* 13:163-168.