

PEMANFAATAN MINYAK ATSIRI EUKALIPTUS (*Eucalyptus* sp.) SEBAGAI PESTISIDA NABATI

Sukamto

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

ABSTRAK

Hama dan penyakit merupakan faktor utama penyebab kehilangan produksi dan ekonomi dalam pertanian. Pengendalian hama dan penyakit tanaman secara umum digunakan dengan pestisida sintetis. Namun, penggunaan pestisida sintetis secara berlebihan dan terus menerus dapat meningkatkan resistensi dan resurgensi hama penyakit terhadap pestisida, toksik terhadap kesehatan petani dan mencemari lingkungan. Minyak atsiri dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pengendalian hama dan penyakit tanaman. Diantara minyak atsiri, minyak eukalyptus memiliki aktivitas biologi yang luas terhadap jamur, bakteri, serangga dan nematoda. Sejak minyak eukalyptus diketahui memiliki toksisitas yang tinggi terhadap beberapa patogen penyebab penyakit, dan serangga hama, minyak ini dikembangkan secara komersial sebagai pestisida nabati. Penelitian yang masih perlu dilakukan untuk yang akan datang adalah evaluasi formula dan efektivitasnya di lapangan.

Kata kunci: *Eucalyptus* sp., minyak atsiri, pestisida nabati.

ABSTRACT

The utilization of Eucalyptus Essential Oils for Botanical Pesticides

Plant pests cause major production and economic losses in agriculture. Generally, pest control is achieved by the use of synthetic pesticide. However the excessive use of synthetic pesticides increased the resistance and resurgence of the pest to pesticide, was toxic for human and polluted the environment. The use of essential oil can be one of the alternative methods to control pests. Eucalyptus oils possess a wide spectrum of biological activity against fungi, bacteria, insect and nematode. Since eucalyptus oils have strong toxicity against a wide range pathogen and insect pest, they could be commercially developed as botanical pesticides. Further experiments are required to evaluate its pesticide formula and effectiveness in the field.

Keywords: *Eucalyptus* sp., essential oils, botanical pesticides.

PENDAHULUAN

Hama dan penyakit merupakan salah satu masalah penting pada budidaya tanaman. Serangan hama dan penyakit dapat menurunkan produksi sekitar 25-50% (Oerke 2006). Hal ini telah mendorong pengembangan pestisida sintetis untuk mengendalikan serangan hama dan penyakit tanaman. Agrow (2007) telah melaporkan bahwa saat ini pasar pestisida di dunia telah mencapai 31-35 milyar US \$, dan diantaranya 25% insektisida dan 22% fungisida. Penggunaan pestisida yang terus menerus akan berdampak negatif bagi kerusakan lingkungan, ketahanan hama dan patogen penyebab penyakit pada pestisida, serta menimbulkan toksikologi bagi kesehatan manusia khususnya petani (Batish *et al.* 2008). Salah satu alternatif pengendalian hama dan penyakit adalah dengan menggunakan bahan alami sebagai pestisida nabati. Minyak atsiri telah digunakan sebagai

antimikroba untuk mengendalikan jamur, bakteri, insektisida, atraktan serangga, dan nematisida (Bakkali *et al.* 2008; Isman dan Machial 2006). Salah satu tanaman penghasil minyak atsiri adalah *Eucalyptus* sp.

Eukaliptus (*Eucalyptus* sp.) merupakan genus terbesar dari family *Myrtaceae* yang terdiri dari sekitar 900 spesies dan sub spesies (Brooker dan Kleinig 2006). Tanaman eukaliptus banyak tumbuh dan sebagian besar di Australia, kemudian di Papua Nugini, Indonesia dan Philipina. Spesies *Eucalyptus* dapat berupa semak, perdu atau pohon yang dapat mencapai ketinggian 100 meter. Kayu dari *Eucalyptus* sp. banyak digunakan sebagai bahan bangunan, furniture, pembuat pulp dan kertas. Minyak atsiri dari beberapa spesies Eukaliptus telah dilaporkan sebagai fungisida, insektisida, bahan fumigasi, akarisisida (Batish *et al.* 2008), dan untuk mikroba kontaminan/antiseptik (Brooker dan Kleinig

2006).

KARAKTER MINYAK ATSIRI EUKALIPTUS SEBAGAI PESTISIDA

Tanaman atsiri dihasilkan dari daun, batang, akar atau bagian tanaman lainnya melalui proses penyulingan. Tanaman atsiri terdiri dari beberapa campuran yaitu terpenoid, monoterpenes, sesquiterpenes, phenol, oxide, ethers, alcohol, ester, aldehyd, ketone dan beberapa aroma lainnya. Volatile monoterpen merupakan salah satu komponen yang penting pada satu tanaman atsiri sehingga dapat digunakan sebagai pestisida nabati (Langenheim 1994). Beberapa spesies eukaliptus yang telah banyak digunakan sebagai pestisida nabati yaitu *Eucalyptus citridora*, *E. globules*, *E. polybractea*, *E. polybractea*. Minyak *eukaliptus* merupakan campuran minyak atsiri yang kompleks dan bervariasi yaitu *monoterpen*, *sesquiterpene*, *phenol oxide*, *ether*, *alcohol*, *ester*, *aldehyd*, dan *ketone*. Komposisi minyak atsiri tersebut bervariasi pada setiap spesies *Eucalyptus*, dan juga komponen yang berpengaruh sebagai pestisida nabati juga berbeda-beda. Komponen minyak atsiri *Eucalyptus* yang berperan sebagai pestisida nabati yaitu 1,8-cineole, citronellal, citronellol, citronellyl acetate, p-cymene, eucamalol, limonene, linalool, α -pinene, δ -terpinene, α -terpineol, alloocimene and aromadendrene (Watanabe *et al.* 1993; Li *et al.* 1995; Cimanga *et al.* 2002; Batish *et al.* 2006; Su *et al.* 2006; Liu *et al.* 2008). Komponen utama minyak atsiri yang diidentifikasi berfungsi sebagai pestisida

nabati bervariasi pada setiap spesies *Eucalyptus* sp. (Tabel 1). Brooker dan Kleinig (2006) melaporkan bahwa komponen minyak atsiri dari setiap spesies *Eucalyptus*, akan bervariasi pada setiap musim, lokasi, iklim, jenis tanah, umur daun dan metode destilasi.

PENGUNAAN MINYAK EUKALIPTUS UNTUK MENGENDALIKAN JAMUR DAN BAKTERI

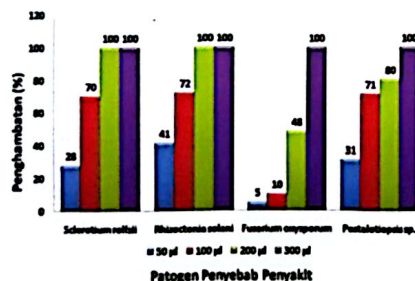
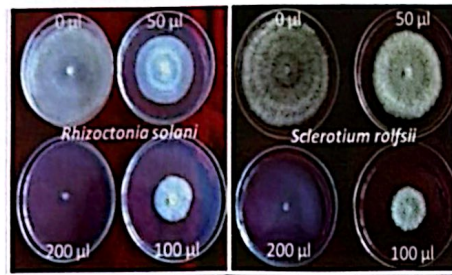
Minyak atsiri dari *Eucalyptus* sp. mempunyai spektrum yang luas terhadap jamur dan bakteri. Minyak atsiri ini dapat menghambat pertumbuhan miselium, menghambat produksi spora dan perkecambahan (Fiori *et al.* 2000; Oluma dan Garba 2004). Lee *et al.* (2007) melaporkan bahwa *E. citridora* dengan konsentrasi 10 μ l/l air dapat mengendalikan embun tepung pada apel sampai 70%. Sedangkan Tzortzakakis (2007) melaporkan bahwa minyak atsiri yang dihasilkan dari *E. globules* dapat mengendalikan penyakit dengan baik pada strawberry dan tomat selama dalam penyimpanan dan transportasi ke pasar. Minyak atsiri dari *E. globules* juga dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa jamur dan bakteri pencemar makanan seperti *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* (bakteri), *Penicillium digitatum*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Mucor* spp., *Rhizopus nigricans* (Jamur) (Tyagi dan Malik 2011).

Pengujian minyak *E. citridora* yang disuling dari tanaman asal Kebun Percobaan Manoko menunjukkan penghambatan yang kuat terhadap

Tabel 1. Komponen utama minyak atsiri dari beberapa *Eucalyptus* sp. yang berfungsi sebagai pestisida

<i>Eucalyptus</i> sp.	Komponen utama	Referensi
<i>E. camaldulensis</i>	Eucamalol	Watanabe <i>et al.</i> (1993)
<i>E. citridora</i>	Citronellal	Ramezani <i>et al.</i> (2002b), Batish <i>et al.</i> (2006), Su <i>et al.</i> (2006)
<i>E. globules</i>	1,8-cineola	Yang <i>et al.</i> (2004)
<i>E. grandis</i>	α -pinene, 1,8-cineola	Lucia <i>et al.</i> (2007)
<i>E. robusta</i>	α -pinene	Sartorelli <i>et al.</i> (2007)
<i>E. saligna</i>	α -pinene, p-cymene	Ceferino <i>et al.</i> (2006), Sartorelli <i>et al.</i> (2007).
<i>E. urophylla</i>	γ -terpinene	Su <i>et al.</i> (2006)
<i>E. camaldulensis</i> , <i>E. grandis</i>	1,8-cineola	Su <i>et al.</i> (2006)
<i>E. cinerea</i> , <i>E. viminalis</i>	1,8-cineola	Ceferino <i>et al.</i> (2006)
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	Alloocimene, α -pinene	Liu <i>et al.</i> (2008)
<i>E. alba</i> , <i>E. camaldulensis</i> , <i>E. citridora</i> , <i>E. deglupta</i> , <i>E. globules</i> , <i>E. robusta</i> , <i>E. saligna</i> , <i>E. tereticornis</i>	Cineola, α -pinene, p-cymene	Cimanga <i>et al.</i> (2002)
<i>Eucalyptus</i> sp.	p-menthane-3,8-diol	Trigg (1996), Trigg dan Hill (1996)
<i>Eucalyptus</i> sp.	1,8-cineole	Saad <i>et al.</i> (2006)

pertumbuhan dan berat kering miselium *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* dan *Pestalotiopsis* sp. Minyak *E. citriodora* dengan metode pengujian sistem kontak melalui media, dapat menghambat pertumbuhan 100% jamur *Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani* pada dosis 200 μ l/100 ml media. Sedangkan jamur patogen *Fusarium oxysporum* dan *Pestalotiopsis* sp. penghambatan 100% terjadi pada dosis 300 μ l/100 ml media (data belum dipublikasi) (Gambar 1).



Gambar 1. Potensi minyak *E. citriodora* untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit. Penghambatan pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* dan *Rhizoctonia solani* (Atas). Persentase penghambatan beberapa jamur patogen penyebab penyakit pada dosis 50 μ l, 100 μ l, 200 μ l dan 300 μ l

PENGUNAAN MINYAK EUKALIPTUS UNTUK MENGENDALIKAN SERANGGA

Penelitian penggunaan minyak *Eucalyptus* sp. sebagai insektisida belum sebanyak untuk fungisida atau bakterisida. Namun telah dilaporkan bahwa minyak *Eucalyptus* sp. dapat digunakan untuk mengendalikan hama gudang, dan serangga penyebab demam berdarah (Negahban dan Moharramipour 2007; Lucia *et al.* 2007). Yang *et al.* (2004), melaporkan bahwa *E. globules* dengan komponen utamanya 1,8-cineola sangat toksik untuk membunuh kutu pada rambut manusia (*Pediculus humanus capitis*), dengan LT_{50} 0,125 mg/cm². Pada penelitian lainnya, Lucia *et al.* (2007), melaporkan bahwa minyak atsiri *E. globules* sangat toksik terhadap larva *Aedes aegypti* dengan LC_{50} 32,4

ppm. Secara tradisional di Afrika, untuk mengendalikan nyamuk dilakukan dengan membakar daun dari *E. citriodora* yang merupakan tanaman penghasil kayu dan konservasi lahan. Penggunaan minyak *Eucalyptus* sp. terhadap beberapa serangga terdapat pada Tabel 3.

POTENSI DAN PENGEMBANGAN PESTISIDA NABATI DARI MINYAK ATSIRI EUKALIPTUS

Minyak atsiri dari *Eucalyptus* sp., mempunyai spektrum yang luas terhadap jamur, bakteri dan serangga, bahkan juga dilaporkan efektif mengendalikan nematode dan virus. Ibrahim *et al.* (2006), melaporkan bahwa minyak *Eucalyptus* sp. dapat mengendalikan nematode puru akar *Meloidogyne incognita*. Minyak atsiri dari *E. citriodora* dan *E. hybrida* dilaporkan dapat mengendalikan nematode *M. incognita* dengan 250 ppm (Pandey *et al.* 2000).

Besarnya potensi minyak atsiri dari *Eucalyptus* sp. sebagai antimikroba maka telah lama dikembangkan sebagai pestisida nabati. Minyak *Eucalyptus* sp., sebagai bahan aktif pestisida nabati pertama kali terdaftar dan digunakan sebagai produk komersial di Amerika pada tahun 1948. Pada tahun 2007 telah terdapat 29 produk yang menggunakan minyak *Eucalyptus* sp. sebagai bahan aktifnya. Citridiol® merupakan salah satu produk komersial di US yang berkembang untuk repellent beberapa serangga. Sedangkan di China, produk MyggA® yang diproduksi dari minyak atsiri *E. citriodora* digunakan untuk mengendalikan nyamuk (Jaenson *et al.* 2006). Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri dari *Eucalyptus* sp. juga dapat mengendalikan beberapa patogen penyebab penyakit baik pada pertanaman maupun OPT gudang sehingga hal ini merupakan peluang untuk dikembangkan menjadi produk yang komersial. Tabel 2 menunjukkan efektivitas yang kuat dari minyak *E. citriodora* terhadap beberapa patogen penyebab penyakit tanaman. Tanaman *E. citriodora* banyak dikembangkan di Perhutani maupun perkebunan sebagai penghasil kayu, dan daunnya belum dimanfaatkan untuk disuling sebagai penghasil minyak atsiri. Minyak *E. citriodora* asal KP. Manoko telah diuji efektif terhadap beberapa patogen penyebab penyakit, dan telah diformulasikan dengan bahan pembawa terpenin, tween dan tepol menunjukkan formula yang stabil.

Tabel 2. Minyak atsiri dari beberapa *Eucalyptus* sp. sebagai antimikroba (jamur dan bakteri)

Minyak atsiri dari <i>Eucalyptus</i> sp.	Jamur/bakteri	Referensi
<i>E. camaldulensis</i>	Patogen tanah pada tanaman sorgum; <i>Colletotrichum graminicola</i> , <i>Phoma sorghina</i> , <i>Fusarium moniliforme</i>	Somda <i>et al.</i> (2007)
<i>E. citriodora</i>	Patogen penyebab penyakit tanaman; <i>Helminthosporium oryzae</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Pythium ultimum</i> , dan <i>Rhizoctonia solani</i>	Ramezani <i>et al.</i> (2002) Lee <i>et al.</i> (2007)
<i>E. globules</i>	Patogen penyebab penyakit pada manusia: <i>Microsporum nanum</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>T. rubrum</i> , <i>Pythium aphanidermatum</i>	Shahi <i>et al.</i> (1999). Oluma dan Garba (2004)
<i>E. grandis</i>	Patogen pencemar makanan; <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Penicillium digitatum</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. niger</i> , <i>Mucor</i> spp., <i>Rhizopus nigricans</i>	Tyagi dan Malik (2011)
	Patogen penyebab penyakit tanaman: <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Pyricularia grisea</i> , <i>Gloeosporium musarum</i> , <i>Phytophthora capsici</i>	Liu <i>et al.</i> (2008)

Tabel 3. Pengujian *Eucalyptus* sp. terhadap serangga

Minyak atsiri dari <i>Eucalyptus</i> sp.	Organisme pengujian	Referensi
<i>E. camaldulensis</i>	<i>Culex pipiens</i> , <i>Tribolium confusum</i> , <i>Ephestia kuehniella</i>	Erler <i>et al.</i> (2006) Tunc <i>et al.</i> (2000)
<i>E. citriodora</i>	<i>Sitophilus zeamais</i>	Tinkeu <i>et al.</i> (2004)
<i>E. globules</i>	Larva <i>Aedes aegypti</i> , <i>Musca domestica</i>	Lucia <i>et al.</i> (2007) Halim dan Morsy (2005)
<i>E. intertexta</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i> , <i>Sitophilus oryzae</i> , <i>Tribolium castaneum</i>	Lee <i>et al.</i> (2004)
<i>E. saligna</i>	<i>Sitophilus zeamais</i> , <i>Tribolium confusum</i>	Tapondjou <i>et al.</i> (2005)

Pengujian rumah kaca dan lapang akan dilakukan terhadap beberapa patogen penyebab penyakit penting tanaman. Bila efektif maka akan menambah nilai ekonomi dari tanaman *E. citriodora* yang belum dimanfaatkan.

PENUTUP

Eucalyptus sp. merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang dapat digunakan untuk mengendalikan mikroba dan serangga, baik patogen penyebab penyakit tanaman, hama tanaman dan gudang, maupun mikroba kontaminan pada makanan. Di Indonesia, tanaman eukaliptus khususnya *E. citriodora* dikembangkan sebagai penghasil kayu dan konservasi lahan, sedangkan minyak atsiri yang dihasilkan dari daun belum dimanfaatkan sebagai bahan baku industri maupun pestisida nabati. Minyak atsiri *E. citriodora* dapat menghambat pertumbuhan beberapa patogen penyebab penyakit, dan telah diformulasikan dengan baik. Penelitian pengujian terhadap OPT lain, maupun pengujian dilapang perlu untuk dilanjutkan dapat memanfaatkan minyak atsiri ini sebagai pestisida nabati.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrow. 2007. Agrow's Top 20: @007 Edition DS258. Informa Health Care, London, UK.
- Batish D.R., Singh H.P., Kohli R.K., dan Kaur S. 2008. Eucalyptus Essential Oil as A Natural Pesticide. Forest Ecology and Management. 256 : 2166-2174.
- Batish, D.R., N. Setia, H.P. Singh, dan R.K. Kohli 2006. Chemical Composition and Phytotoxicity of Volatile Essential Oil From Intact and Fallen Leaves of *Eucalyptus citriodora*. Z. Naturforsch. 61 : 465-471.
- Brooker, M.I.H., dan Kleinig, D.A. 2006. Field Guide to *Eucalyptus*. Vol. 1. South-Eastern Australia. Third Edition. Bloomings, Melbourne.
- Ceferino, T.A., Julio, Z., Mougabure, C.G., Fernando, B., Eduardo, z., dan Maria, I.P. 2006. Fumigant and Repellent Properties of Essential Oils and Component Compounds Against Permethrin-resistant *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae) from Argentina. J. Med. Entomol. 43 : 889-895.
- Cimanga, K., Kambu, K., Tona, L., Apers, S., De Bruyne, T., Hermans, N., Totte, J., Pieters, L., dan Vlietinck, A.J. 2002. Correlation Between Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of Some Aromatic Medicinal Plants Growing In The Democratic Republic of Congo. J. Ethnopharm. 79 : 213-220.

- Erler, F., Ulug, I., dan Yalcinkaya, B. 2006. Repellent Activity of Five Essential Oils Against *Culex pipiens*. *Fitoterapia*. 77 : 491-494.
- Fiori, A.C.G., Schwan-Estrada, K.R.F., Stangarlin, J.R., Vida, J.B., Scapim, C.A., Cruz, M.E.S., dan Pascholati, S.F. 2000. Antifungal Activity of Leaf Extracts and Essential Oils of Some Medicinal Plants Against *Didymella bryoniae*. *J. Phytopathol.* 148 : 483-487.
- Halim, A.A.S., dan Morsy, T.A. 2005. The Insecticidal Activity of *Eucalyptus globules* Oil on The Development of *Musca domestica* Third Stage Larvae. *J. Egypt. Soc. Parasitol.* 35 (2) : 631-636.
- Ibrahim, S.K., Traboulsi, A.F., dan El-Haj, S. 2006. Effect Of Essential Oils and Plant Extracts on Hatching, Migration and Mortality of *Meloidogyne incognita*. *Phytopathol. Mediterr.* 45 : 238-246.
- Isman, M.B., dan Machial, C.M. 2006. Pesticides Based on Plant Essential Oils: From Traditional Practice to Commercialization. In: Rai, M., Carpinella, M.C (Eds), Naturally Occurring Bioactive Compounds. *Advances in Phytomedicine*. Vol. 3 Elsevier : 29-44.
- Jaenson, T.G.T., Garboui, S., Palsson, K. 2006. Repellency of Oils of Lemon *Eucalyptus*, *Geranium*, and Lavender and The Mosquito Repellent MyggA Natural to *Ixodes ricinus* (Acari:Ixodidae) in The Laboratory and Field. *J. Med. Entomol.* 43 : 731-736.
- Langenheim, J.H. 1994. Higher Plant Terpenoids: a Phytocentric Overview of Their Ecological Roles. *J. Chem. Ecol.* 20 : 1223-1280.
- Lee, B.H., Annis, P.C., Tumaalii, F., dan Choi, W.C. 2004. Fumigan Toxicity of Essential Oils From The Myrtaceae family and 1,8-cineole Against 3 Major Stored-grain Insect. *J. Stored Prod. Res.* 40 : 553-564.
- Lee, O.G., Choi, G.J., Jang, K.S., Lim, H.K., Cho, K.Y., dan Kim, J.C. 2007. Antifungal Activity of Five Plant Essential Oils as Fumigant Against Three Phytopathogenic Fungi. *Flav. Frag. J.* 23 : 23-28.
- Li, H., Madden, J.L., dan Potts, B.M. 1995. Variation in Volatile Leaf Oils of The Tasmanian *Eucalyptus* Species II-1. Subgenus *Monocalyptus*. *Biochem. Syst. Ecol.* 24 : 299-318.
- Liu, X., Chen, Q., Wang, Z., Xie, L., dan Xu, Z. 2008. Allelopathic Effect of Essential Oil From *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* on Pathogenic Fungi and Pest Insects. *Forestry China.* 3 : 232-236.
- Lucia, A., Audino, P.G., Seccacini, E., Licastro, S., Zerba, E., dan Masuh, H. 2007. Larvicidal Effect of *Eucalyptus grandis* Essential Oil and Turpentine and Their Major Components on *Aedes aegypti* Larvae. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 23 : 299-303.
- Negahban, M., dan Moharramipour, S. 2007. Fumigant toxicity of *Eucalyptus intertexta*, *E. sargentii*, and *E. camaldulensis* Against Stored-product Beetles. *J. Appl. Ent.* 131 : 256-261.
- Oerke, E.C. 2006. Crop Losses to Pest. *J. Agr. Sci.* 144 : 31-43.
- Oluma, H.O.A., Garba, I.U. 2004. Screening of *Eucalyptus globules* and *Ocimum gratissimum* Against *Pythium aphanidermatum*. *Nigerian J. Plant Prot.* 21 : 109-114.
- Pandey, R., Kalra, A., Tandon, S., Mehrotra, N., Singh, H.N., dan Kumar, S. 2000. Essential Oils as Potent Source of Nematicidal Compounds. *J. Phytopathol.* 148 : 501-502.
- Ramezani, H., Singh, H.P., Batish, D.R., dan Kohli, R.K. 2002. Antifungal Activity of The Volatile Oil of *Eucalyptus citriodora*. *Fitoterapia*. 73 : 261-261.
- Saad, El-Zemity, Hussien, R., Saher, F., dan Ahmed, Z. 2006. Acaricidal Activities of Some Essential Oils and Their Monoterpenoidal Constituents Against House Dust Mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *J. Zhejiang Univ. Sci. B.* 7 : 957-962.
- Sartorelli, P., Marquiere, A.D., Amaral-Baroli, A., Lima, M.E.L., dan Moreno, P.R.H. 2007. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of The Essential Oils From Two Species of *Eucalyptus*. *Phyt. Res.* 21 : 231-233.
- Shahi, S.K., Shukla, A.C., Bajaj, A.K., Medgely, G.M., dan Dikshit, A. 1999. Broad Spectrum Antimycotic Drug For The Control of Fungal Infection In Human Beings. *Curr. Sci.* 76 : 836-839.
- Somda, I., Leth, V., dan Sereme, P. 2007. Antifungal Effect of *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Azadirachta indica* Oil Extract on Sorghum Seed-borne Fungi. *Asian J. Plant Sci.* 6 : 1182-1189.
- Su, Y.C., Ho, C.L., Wang, I.C., dan Chang, S.T. 2006. Antifungal Activities and Chemical Compositions of Essential Oils From Leaves of Four *Eucalypts*. *Taiwan J. For Sci.* 21 : 49-61.
- Tapondjou, A.L., Adler, C., Fontem, D.A., Bouda, H., dan Reichmuth, C. 2005. Bioactivities of Cymol and Essential Oils of *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus saligna* Against *Sitophilus zeamais* Mots. and *Tribolium confusum* Val. *J. Stored Prod. Res.* 41 : 91-102.
- Tinkeu, L., Goudoum, S.N., Ngassoum, A., Mapongmetsem, M.B., Kouninki, P.M., Hance, T. 2004. Persistence of The Insecticidal Activity of The Five Essential Oils on The Maize Weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch)(Coleoptera:Curculionidae). *Comm. Agric. Appl. Biol. Sci.* 69 : 145-147.
- Trigg, J.K. 1996. Evaluation of *Eucalyptus*-based Repellent Against *Culicoides impunctatus* (Diptera : Ceratopogonidae) in Scotland. *J. Amer. Mosquito Cont. Assoc.* 12 : 329-330.
- Trigg, J.K., Hill, N. 1996. Laboratory Evaluation of a *Eucalyptus*-based Repellent Against Four Biting Arthropods. *Phytother. Res.* 10 : 243-246.
- Tunc, I., Berger, B.M., Erler, F., Dag, F. 2000. Ovicidal activity of essential oils from five plants against two stored-product insect. *J. Stored Prod. Res.* 36 : 161-168.

- Tyagi, A.K., Malik, A. 2011. Antimicrobial Potential and Chemical Composition of *Eucalyptus globules* Oil in Liquid and Vapour Phase Against Food Spoilage Microorganisms. *Food Chemistry*. 126 : 228-235.
- Tzortzakos, N.G. 2007. Maintaining Postharvest Quality of fresh produce with volatile compounds. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.* 8 :111-116.
- Watanabe, K., Shono, Y., Kakimizu, A., Okada, A., Matsuo, N., Satoh, A., Nishimura, H. 1993. New Mosquito Repellent From *Eucalyptus camaldulensis*. *J. Agric. Food Chem.* 41 : 2164-2166.
- Yang, Y.C. Chai, H.C., Chai, W.S., Clark, J.M., ahn Y.J. 2004. Ovicidal and Adulticidal Activity of *Eucalyptus Globules* Leaf Oil Terpenoids Against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura : Pediculidae). *J. Agric. Food Chem.* 52 : 2507-2511.