

**EFIKASI FORMULA FUNGISIDA NABATI TERHADAP PENYAKIT
BERCAK DAUN JAHE *Phyllosticta* sp.
*Effication of botanical fungicide formula against *Phyllosticta* sp. leaf spot on ginger***

Sri Yuni Hartati

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
sriyuni_hartati@yahoo.com

(diterima 21 Maret 2012, disetujui 26 September 2012)

ABSTRAK

Penyakit bercak daun, yang disebabkan oleh *Phyllosticta* sp., merupakan salah satu penyakit yang sangat merugikan pada tanaman jahe. Salah satu alternatif cara pengendalian yang ramah terhadap lingkungan adalah menggunakan pestisida nabati. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji stabilitas, efektivitas, dan fitotoksisitas pestisida nabati berbahan aktif minyak atsiri cengkeh dan serai wangi untuk mengendalikan penyakit bercak daun pada jahe. Pembuatan formula pestisida, pengujian stabilitas, dan uji efektivitasnya secara *in vitro* dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat di Bogor. Pengujian fitotoksisitas dilakukan di rumah kaca, sedangkan uji efektivitas dilakukan di Kebun Percobaan Cicurug, Jawa Barat. Pada penelitian ini telah dibuat formula pestisida berbahan aktif minyak cengkeh dan serai wangi dalam bentuk EC (*Emulsified Concentrate*). Selanjutnya, formula EC tersebut diuji stabilitas, efektivitas, dan fitotoksisitasnya terhadap penyakit bercak daun jahe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formula EC masih stabil selama 10 bulan dalam penyimpanan pada suhu kamar. Formula EC terbukti tidak fitotoksik pada tanaman jahe apabila disemprotkan pada konsentrasi kurang dari dua persen. Hasil pengujian efektivitas secara *in vitro* menunjukkan bahwa formula EC pada konsentrasi 0,025% dapat menghambat 100% pertumbuhan jamur *Rhizoctonia* sp. Formula EC (0,2%) yang disemprotkan pada tanaman jahe setiap minggu selama empat bulan berturut-turut dapat mengendalikan penyakit bercak daun sampai pada tingkat serangan di bawah 10%. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pestisida nabati yang mengandung minyak cengkeh dan serai wangi cukup stabil dan efektif untuk mengendalikan penyakit bercak daun pada tanaman jahe.

Kata kunci: jahe, bercak daun, *Phyllosticta* sp., pestisida nabati

ABSTRACT

*Leaf spot caused by *Phyllosticta* sp. is one of the most destructive diseases on ginger. One of environmentally friendly control measures to control plant pathogens is using botanical pesticides. This research was aimed to study the stability, effectivity, and phytotoxicity of an essential oil-based botanical pesticide formula containing clove and lemongrass oils for controlling leaf spot disease on ginger. The stability, in vitro effectivity, and phytotoxicity tests of the formula were conducted in the laboratory and in the glass house at Indonesian of Spice and Medicinal Crops Research Institute in Bogor. Effectivity test was also conducted in Cicurug Experimental Garden, West Java. This experiment produced an improved essential oil-based pesticide formula containing clove and citronella oils in the form of emulsified concentrate (EC). The EC formula was then tested its stability, effectivity, and phytotoxicity. The result showed that the EC formula was stable up to 10 months under storage condition at room temperature. The EC formula was not phytotoxic on ginger plants when sprayed in the concentration less than two percent. In vitro test showed that EC formula (0,025%) inhibited the growth of *Rhizoctonia* sp. The EC formula (0,2%) applied weekly for consecutive four months on ginger plants could control leaf spot disease intensity up to the level less than 10%. The study indicated that the EC formula of essential oil-based botanical pesticide containing clove and lemongrass oils was stable and effective to control leaf spot disease on ginger.*

Key words: ginger, leaf spot, *Phyllosticta* sp., botanical pesticide

PENDAHULUAN

Pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) pada umumnya dilakukan dengan menggunakan pestisida kimia sintetik yang seringkali menimbulkan dampak yang negatif. Sementara salah satu tujuan dari sistem pertanian yang berkesinambungan adalah untuk mencari dan mengembangkan strategi pengendalian OPT yang murah dan mempunyai efek negatif yang kecil terhadap lingkungan. Dengan adanya pengurangan dan larangan dalam penggunaan beberapa jenis pestisida kimia sintetik di bidang pertanian telah memacu untuk mencari alternatif lain sebagai pengganti atau untuk mengurangi penggunaan pestisida kimia sintetik tersebut (Dubey *et al.*, 2010).

Salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan untuk mengendalikan penyakit tanaman adalah menggunakan pestisida nabati. Pengendalian OPT yang menggunakan bahan alami, seperti minyak atsiri, serbuk, dan ekstrak dari tanaman sudah banyak dilaporkan keberhasilannya. Isman (2000) menyatakan bahwa walaupun pestisida berbasis minyak atsiri masih sangat sedikit pasarnya, namun cenderung terus meningkat. Keuntungan pestisida berbasis minyak atsiri adalah tidak terlalu rumit persyaratannya untuk digunakan sebagai pestisida, mudah terdegradasi sehingga tidak mencemari lingkungan, dan tidak mudah menimbulkan resurgensi ketahanan pada organisme pengganggu tanaman (BBC, 2009). Beberapa jenis minyak atsiri mempunyai aktivitas biologi yang berspektrum luas baik terhadap jamur, bakteri, virus, dan serangga (Koul *et al.*, 2008; Reichling *et al.*, 2009). Diantara minyak atsiri yang potensial digunakan sebagai pestisida adalah minyak cengkeh, kayu manis, dan serai wangi (Isman, 2005). Minyak cengkeh dan kayu manis dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri patogen pencemar makanan, seperti *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Listeria monocytogenes* (Palmer *et al.*, 1998).

Minyak kayu manis juga terbukti mempunyai aktivitas terhadap bakteri patogen pada lebah madu *Paenibacillus larvae* (Gende *et al.*, 2008) dan terhadap bakteri patogen lain, seperti *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*, dan *Staphylococcus aureus* (Inouye *et al.*, 2001). Penelitian Huang dan Ho (1998) menunjukkan bahwa minyak kayu manis juga bersifat toksik terhadap serangga hama *Tribolium castaneum* dan *Sitophilus zeamays*.

Pestisida nabati berbahan aktif minyak atsiri terbukti prospektif untuk mengendalikan penyakit tanaman, namun biasanya kurang stabil selama dalam penyimpanan, terutama formula yang berbentuk cair yang dapat larut dalam air (*Emulsified Concentrate/EC*). Formula tersebut mudah terpisah menjadi lapisan minyak dan zat pembawanya. Untuk itu, perbaikan pembuatan formula perlu dilakukan dengan menggunakan zat pembawa dan pengemulsi yang lebih baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji stabilitas, efektivitas, dan fitotoksisitas formula pestisida berbahan aktif minyak atsiri cengkeh dan serai wangi yang digunakan untuk mengendalikan penyakit bercak daun *Phyllosticta* sp. pada tanaman jahe.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan formula

Suatu formula pestisida nabati berbasis minyak atsiri cengkeh dan serai wangi telah dibuat dengan mengikuti metode yang dikemukakan oleh Wang dan Liu (2007) serta Isman (2000). Pada prinsipnya, minyak atsiri cengkeh dan serai wangi digunakan sebagai bahan aktif, sedangkan bahan-bahan lainnya seperti bahan pengemulsi dan pelarut digunakan sebagai bahan pembawa (ajuvan). Jenis bahan ajuvan yang digunakan adalah minyak nabati komersial dan pengemulsi (tween dan alkil gliserol ftalat).

Pada penelitian ini telah dibuat suatu formula pestisida berbahan aktif minyak atsiri cengkeh dan serai wangi dalam bentuk EC.

Selanjutnya, formula yang berbentuk EC tersebut diuji stabilitas dan efektivitasnya secara *in vitro* dan *in vivo*, serta fitotoksisitasnya.

Pengujian stabilitas formula

Formula yang berbentuk EC diuji stabilitasnya selama dalam penyimpanan. Formula dimasukkan ke dalam botol plastik sebanyak 20 botol dan disimpan dalam keadaan tertutup pada suhu kamar. Secara periodik (setiap dua bulan), diambil tiga botol formula untuk diamati stabilitasnya secara visual berdasarkan penampilan fisiknya. Apabila tidak terjadi perubahan penampilan fisiknya seperti warna, bentuk, bau, dan homogenitasnya, maka formula dianggap stabil.

Pengujian antijamur formula

Berhubung jamur penyebab penyakit bercak daun jahe *Phyllosticta* sp. sulit diisolasi dan ditumbuhkan pada media buatan, maka formula yang mengandung minyak atsiri dan serai wangi diuji efektivitasnya secara *in vitro* terhadap isolat jamur patogen *Rhizoctonia solani* asal tanaman jahe (C104), koleksi Laboratorium Penyakit Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) yang disimpan pada media Agar Kentang Dekstrosa (AKD). Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode peracunan agar Konsentrasi akhir formula yang diuji adalah 1,0; 0,5; 0,25; 0,05; dan 0,025%. Formula EC diencerkan dan dicampur dengan media AKD yang masih dalam keadaan cair (45°C). Selanjutnya, media yang mengandung formula dituang ke dalam cawan petri. Setiap perlakuan konsentrasi formula dibuat tiga ulangan. Selanjutnya pada permukaan media AKD yang sudah mengandung formula di dalam cawan petri diletakkan potongan miselia jamur *Rhizoctonia solani* (Ø 5 cm). Pengamatan yang dilakukan adalah diameter pertumbuhan jamur pada media agar

Pengujian fitotoksisitas formula pada tanaman jahe

Pengujian fitotoksisitas dilakukan pada tanaman jahe yang ditanam di polibag di rumah kaca. Pengujian dilakukan dengan menyem-

protkan dan menyiramkan larutan formula EC pada tanaman jahe masing-masing pada konsentrasi (2,0; 1,0; dan 0,5%). Aplikasi dilakukan setiap minggu selama empat bulan. Gejala fitotoksik pada tanaman yang muncul diamati setiap minggu.

Efektivitas formula EC

Pengujian efektivitas formula EC terhadap penyakit bercak daun jahe (*Phyllosticta* sp.) dilakukan di Instalasi Penelitian Cicurug, Balitro, Jawa-Barat tahun 2009. Tanaman jahe disemprot dengan formula EC dengan konsentrasi 0,2% (dua ml formula liter⁻¹ air). Aplikasi dilakukan setiap minggu selama empat bulan berturut-turut. Pengamatan perkembangan penyakit bercak daun dilakukan pada lima petak lahan pertanaman jahe. Pada setiap petak dipilih lima rumpun jahe secara acak dan pada masing-masing rumpun dipilih lima batang. Tingkat kerusakan tanaman dihitung dengan mengamati luas serangan bercak pada lima daun yang paling ujung yang telah terbuka penuh. Tingkat kerusakan pada tiap-tiap batang merupakan nilai rata-rata luas serangan bercak pada lima daun yang diamati. Tingkat kerusakan pada masing-masing batang diberi nilai seperti yang digunakan oleh Direktorat Perlindungan Hortikultura (2002) (Tabel 1).

Tabel 1
Nilai kerusakan tanaman jahe karena penyakit bercak daun
Value of disease severity on ginger plant due to leaf spot disease

Skor	Nilai kerusakan tanaman (%)	Keterangan
0	0	Tanaman sehat, tidak ada gejala serangan (bercak)
1	>0-≤10	Kerusakan tanaman >0-≤10%
2	>10-≤20	Kerusakan tanaman >10-≤20%
3	>20-≤40	Kerusakan tanaman >20-≤40%
4	>40-≤60	Kerusakan tanaman >40-≤60%
5	>60	Kerusakan tanaman >60%

Penilaian tingkat kerusakan tanaman dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = ((\sum(n \times v))/ (ZN)^{-1}) \times 100\%$$

Keterangan:
P = Tingkat kerusakan tanaman (%)
n = Jumlah tanaman yang memiliki nilai kerusakan yang sama
v = Nilai kerusakan tanaman
N = Jumlah tanaman yang diamati
Z = Nilai kerusakan tanaman tertinggi (v=5)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian stabilitas menunjukkan bahwa formula EC masih stabil dalam bentuk larutan yang homogen sampai sepuluh bulan dalam penyimpanan pada suhu kamar. Penampilan fisik formula tidak mengalami perubahan bentuk, warna, bau, dan homogenitasnya (Tabel 2).

Tabel 2
Stabilitas formula EC pestisida berbahan aktif minyak cengkeh dan serai wangi selama dalam penyimpanan pada suhu kamar
Formula stability of EC pesticide with clove and lemongrass oil as active ingredient in preservation in room temperature condition

Lama penyimpanan formula EC (bulan)	Stabilitas dan homogenitas
2	Stabil dan homogen
4	Stabil dan homogen
6	Stabil dan homogen
8	Stabil dan homogen
10	Stabil dan homogen

Keterangan:
Stabil dan homogen = (Formulanya belum mengalami perubahan bentuk dan warnanya, serta belum terjadi pemisahan diantara komponen komponennya)
Note:
Stable and homogen = (The formulas did not change yet their performance and colour, as well as their components did not separated yet)

Hasil pengujian fitotoksisitas pada tanaman jahe di rumah kaca menunjukkan bahwa penyemprotan formula EC pada konsentrasi kurang dari dua persen tidak menyebabkan keracunan pada tanaman (Tabel 3). Namun, penyemprotan formula pada konsentrasi dua persen menyebabkan daun-daun menguning, layu, dan kering terutama pada daun-daun muda (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan formula EC pada konsentrasi semprot yang dianjurkan (0,2-0,4%) cukup aman bagi tanaman jahe.

Tabel 3
Fitotoksisitas formula EC pestisida berbahan aktif minyak cengkeh dan serai wangi terhadap tanaman jahe
Phytotoxicity of EC pesticide formula based on clove and lemongrass oil on ginger plants

Jenis formula	Bahan aktif (%)	Fitotoksik
50 EC	0,5	
50 EC	1	-
50 EC	2	+

Keterangan/Notes:
- = Tidak ada gejala fitotoksik/No phytotoxicity symptom
+ = Ada gejala fitotoksik/There was phytoxicity symptom



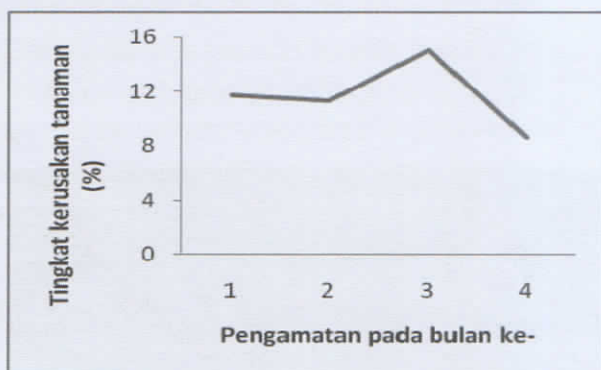
Gambar 1
Tanaman jahe setelah disemprot dengan formula EC.
(a) Tidak ada fitotoksik, dan (b) Gejala fitotoksik akibat disemprot dengan konsentrasi dua persen
Ginger plant after spraying by EC formula. (a) No phytotoxic symptoms, and (b) Phytotoxic symptoms after spraying by two percent concentration

Hasil pengujian efektivitas formula EC secara *in vitro* terhadap jamur *R. solani* menunjukkan bahwa formula EC pada semua konsentrasi yang diuji dapat menghambat pertumbuhan jamur *R. solani* (Tabel 4).

Tabel 4
Efektivitas formula EC pestisida berbahan aktif minyak cengkeh dan serai wangi terhadap pertumbuhan jamur *Rhizoctonia* sp. secara *in vitro*
Effectivity of EC pesticide formula based on clove and lemongrass oil on the in vitro growth of Rhizoctonia sp.

Konsentrasi formula EC (%)	Daya hambat formula EC terhadap pertumbuhan jamur <i>Rhizoctonia</i> sp. (%)
0,000	0
0,500	100
0,250	100
0,050	100
0,025	100

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penyemprotan formula EC dengan konsentrasi 0,2% (dua mililiter formula liter⁻¹ air) pada tanaman jahe yang dilakukan setiap minggu selama empat bulan berturut-turut dapat menekan intensitas serangan penyakit bercak daun sampai Pada level di bawah 10% (Gambar 2).



Gambar 2

Perkembangan penyakit bercak daun pada tanaman jahe yang disemprot dengan formula EC (dua ml l⁻¹) pada bulan ke-1 sampai ke-4 setelah perlakuan
Development of leaf spot disease on ginger sprayed by EC formula (two ml l⁻¹) from the 1st up to 4th month after treatment

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa penyemprotan formula EC pada tanaman jahe dapat menekan perkembangan penyakit bercak daun, namun tidak dapat mengendalikan secara tuntas. Hal ini terlihat pada akhir pengamatan masih terdapat daun-daun jahe muda yang menunjukkan gejala bercak. Oleh karena itu, perlu dicari dosis dan cara aplikasi yang lebih tepat agar formula tersebut lebih efektif dapat menekan penyakit bercak daun secara tuntas.

Dari beberapa hasil penelitian sebelumnya juga terbukti bahwa minyak cengkeh dan serai wangi berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pestisida nabati. Manohara *et al.* (1993) melaporkan bahwa minyak dan serbuk cengkeh terbukti toksik terhadap jamur *Phytophthora*, *Rigidoporus*, dan *Sclerotium*. Selain itu, minyak dan serbuk cengkeh terbukti toksik terhadap jamur *Fusarium oxysporum* fs *vanillae* (Tombe *et al.*, 1993) juga terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* (Hartati

et al., 1993a). Hasil penelitian Bansod dan Rai (2008) membuktikan bahwa minyak cengkeh efektif terhadap jamur patogen seperti *Aspergillus fumigatus* dan *Aspergillus niger*. Menurut Olonisakin *et al.* (2006), minyak cengkeh juga efektif dapat menolak hama gudang *Callosobrochus maculatus* (F) yang merusak biji cowpea. Selain itu, minyak cengkeh dan serai wangi juga mempunyai aktivitas biologi yang kuat terhadap bakteri *Propionibacterium acnes*, penyebab penyakit kulit pada manusia (Luangnarumitchai *et al.*, 2007). Menurut Hartati *et al.* (1993b) dan Miftakhu-rohmah (2008), minyak serai wangi juga bersifat toksik terhadap bakteri dan jamur. Dua jenis pestisida nabati berbasis minyak atsiri, yaitu formula dengan bahan aktif minyak cengkeh dan kayu manis serta formula dengan bahan aktif minyak cengkeh dan serai wangi juga telah dibuat dan terbukti efektif sebagai antibakteri dan antijamur (Supriadi *et al.*, 2008). Menurut Supriadi *et al.* (2008), penyiraman dengan formula yang mengandung minyak cengkeh dan kayu manis enam persen dapat menekan perkembangan penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) pada tanaman jahe pada percobaan di rumah kaca.

KESIMPULAN

Formula EC yang dibuat stabil selama 10 bulan dalam penyimpanan pada suhu kamar. Formula EC juga tidak toksik terhadap tanaman jahe pada konsentrasi kurang dari dua persen.

Pada pengujian secara *in vitro*, formula EC (0,025%) dapat menekan pertumbuhan jamur *Rhizoctonia* sp. Formula EC (0,2%) juga dapat menekan serangan penyakit bercak daun (*Phyllosticta* sp.) pada pertanaman jahe di lapangan. Stabilitas dan efektivitas formula EC pada konsentrasi 0,2-0,4% cukup baik, sehingga layak untuk diaplikasikan pada tanaman jahe. Dengan demikian, formula tersebut memenuhi syarat sebagai pestisida nabati.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Prof. Dr Supriadi, MSc atas saran dan dukungannya kepada penulis selama melaksanakan penelitian ini serta telah sediaan formula pestisida nabati untuk diuji. Penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada Nuri Karyani, BA dan Wawan Lukman yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian ini baik di lapangan, rumah kaca, maupun di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Bansod, S. and M. Rai. 2008. Antifungal activity of essential oils from Indian medicinal plants against human pathogenic *Aspergillus fumigatus* and *A. niger*. *World Journal of Medical Sciences*. 3(2): 81-88.
- BBC. 2009. Herbs can be natural pesticides. <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/science/nature/8206045.stm>. [5 Oktober 2009].
- Direktorat Perlindungan Hotikultura. 2002. Metode pengamatan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) tanaman sayuran. 44 hlm.
- Dubey, N.K., R. Shukla, A. Kumar, P. Singh, and B. Prakash. 2010. Prospects of botanical pesticides in sustainable agriculture. *Current Science*. 4(25): 479-480.
- Gende, L.B., I. Floris, R. Fritz, dan M.J. Eguaras. 2008. Antimicrobial activity of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oil and its main components against *Paenibacillus larvae* from Argentina. *Bulletin of Insectology*. 61: 1-4.
- Hartati, S.Y., E.M. Adhi, A. Asman, dan N. Karyani. 1993a. Efikasi eugenol, minyak, dan serbuk cengkeh terhadap bakteri *Pseudomonas solanacearum*. hlm. 43-44. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Bogor 1-2 Desember 1993. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Hartati, S.Y., E.M. Adhi, dan N. Karyani. 1993b. Uji efikasi minyak cengkeh dan serai wangi terhadap *Pseudomonas solanacearum*. hlm. 37-42. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Bogor 1-2 Desember 1993. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Huang, Y. and S.H. Ho. 1998. Toxicity and antifeedant activities of cinnamaldehyde against the grain storage insect *Tribolium castaneum* (Herst) and *Sitophilus zeamays*. *J. Stored Prod. Res.* 34: 11-17.
- Inouye, S., T. Takizawa, dan H. Yamaguchi. 2001. Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *J. of Antimicrobial Chemotherapy*. 47: 565-573.
- Isman, M.B. 2000. Plant essential oil for pest and disease management. *Crop Protection*. 19: 603-608.
- Isman, M.B. 2005. Tropical forests as sources of natural insecticides. *Recent Advances in Phytochemistry*. 39: 145-161.
- Koul, O., S. Walia, and G.S. Dhaliwal. 2008. Essential oils as green pesticides: Potential and constrains. *Biopesticides. Int.* 4: 63-84.
- Luangnarumitchai, S., S. Lamlerthon, and W. Tiyafoonchai. 2007. Antimicrobial activity of essential oils against five strains of *Propionibacterium acnes*. *Mahidol University Journal of Pharmaceutical Sciences*. 34: 60-64.
- Manohara, D., D. Wahyuno, dan Sukanto. 1993. Pengaruh tepung dan minyak cengkeh terhadap *Phytophthora*, *Rigidoporus*, dan *Sclerotium*. hlm. 19-27. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Bogor 1-2 Desember 1993. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Miftakhurohmah. 2008. Potensi serai wangi sebagai pestisida nabati. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. 14(3): 27-29.
- Olonisakin, A., M.O. Oladimeji, and L. Lajide. 2006. Bioactivity of steam distilled oils against the cowpea bruchid, *Callosbrochus maculatus* (F) infesting stored cowpea seeds. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 9(7): 1271-1275.
- Palmer, A.S., J. Stewart, and L. Fyle. 1998. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. *Letters in Applied Microbiology*. 26: 118-122.
- Reichling, J., P. Schnitzler, U. Suschke, and R. Saller. 2009. Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties an overview. *Forsch Komplementmed*. 16: 79-90.
- Supriadi, S.Y. Hartati, Ma'mun, dan N. Karyani. 2008. Aktivitas biologi formula minyak atsiri cengkeh

kayu manis terhadap *Ralstonia solanacearum* pada jahe. hlm 55-60. Prosiding Seminar Nasional Pengendalian Terpadu Organisme Pengganggu Tanaman Jahe dan Nilam, Bogor, 4 Nopember 2008.

Tombe, M., A. Nurawan, dan Sukamto. 1993. Penelitian penggunaan daun cengkeh dalam pengendalian penyakit busuk batang panili. hlm. 28-36.

Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati. Bogor 1-2 Desember 1993. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.

Wang C.J. and Z.Q. Liu. 2007. Foliar uptake of pesticides-present status and future challenge. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 87: 1-8.