

**UJI DAYAHAMBAT EUGENOL DARI DAUN CENGKEH HASIL FRAKSINASI
TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR PATOGEN *Fusarium oxysporum* f.sp. *Cubense*
*Eugenol Inhibitory Test From Clove Leaf Fractionation Of Fungal Patogen Growth Fusarium
oxysporum* f.sp. *cubense***

Juniawan¹⁾

¹⁾ Balai Besar Pelatihan Pertanian Ketindan Jl. Ketindan No. 1 Lawang, Malang, Jawa Timur,
Indonesia

Korespondensi 082330779978, juniawanwi@gmail.com

Diterima : 05/08/2019

Disetujui : 03/09/2019

ABSTRACT

This study aims to determine the inhibition of eugenol derived from fractionation clove leaf essential oils (CLEO) on the growth of pathogenic fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) and LC₅₀ (*Lethal Concentration 50*). This research was *in vitro*, started with purification of clove leaf essential oil, fractionation by vacuum distillation and bioassay. *In vitro* tests include exploration of minimum inhibition and preventability tests. Data were analyzed with Microsoft Excel 2010 program. The results of minimum inhibition showed at 218,75 ppm concentration of each level was able to inhibit the growth of *Foc* fungi. The minimum inhibition exploration was carried out at 218,75 ppm, 109,38 ppm, 54,69 ppm and 27,34 ppm. Exploration results showed that fractionated CLEO has been able to inhibit the growth of *Foc* fungi at 27,34 ppm in the amount of 15,60%. This concentration is used as the lowest concentration in the inhibitory test. Furthermore, the inhibitory test was carried out starting at the highest concentration of 218,75 ppm, 109,38 ppm, 54,69 ppm and 27,34 ppm. Observations were made for 7 days after inoculation (DAI). The results showed the best inhibition was at a concentration of 218,75 ppm at 90,70% and LC₅₀ at 11.17 µL.

Keywords: CLEO, fractionation, *Foc*, *in vitro* test and LC₅₀

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dayahambat dari eugenol yang berasal dari minyak atsiri daun cengkeh (MADC) hasil fraksinasi terhadap pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) dan LC₅₀ (*Lethal Concentration 50*)-nya. Penelitian ini bersifat *in vitro*, dimulai dengan pemurnian minyak daun cengkeh, fraksinasi dengan distilasi vakum lalu bioassay secara *in vitro*. Uji *in vitro* meliputi eksplorasi daya hambat minimum dan uji daya cegah. Data dianalisis dengan program microsoft excel 2010. Hasil eksplorasi dayahambat minimum menunjukkan bahwa pada konsentrasi 218,75 ppm setiap aras sudah mampu menghambat pertumbuhan jamur *Foc*. Eksplorasi dayahambat minimum dilakukan pada konsentrasi 218,75 ppm, 109,38 ppm, 54,69 ppm dan 27,34 ppm. Hasil eksplorasi menunjukkan bahwa MADC hasil fraksinasi sudah mampu menghambat pertumbuhan jamur *Foc* pada konsentrasi 27,34 ppm yaitu sebesar 15,60%. Konsentrasi tersebut digunakan sebagai konsentrasi terendah dalam uji dayahambat. Selanjutnya uji dayahambat dilakukan mulai pada konsentrasi tertinggi yaitu 218,75 ppm, 109,38 ppm, 54,69 ppm dan 27,34 ppm. Pengamatan dilakukan selama 7 hari setelah inokulasi (HSI). Hasil penelitian menunjukkan dayahambat terbaik adalah pada konsentrasi 218,75 ppm yaitu sebesar 90,70% dan LC₅₀ sebesar 11,17 µL.

Kata kunci: MADC, fraksinasi, *Foc*, uji *in vitro* dan LC₅₀.

PENDAHULUAN

Minyak atsiri daun cengkeh dikenal mempunyai kemampuan sebagai pestisida organik, baik sebagai insektisida, bakterisida dan fungisida. Sebagai fungisida, ia mampu mengendalikan beberapa jenis jamur patogen tular tanah (*soil born pathogen*) dan jamur patogen lainnya seperti: *Sclerotium rolfsii*; *Sclerotium oryzae*; *Pyricularia oryzae*; *Rhizoctonia solani*; *Fusarium oxysporum*; *Fusarium batatis*; *Phytophthora palmivora* dan *Phytium* sp. (Sunarto, *et al.*, 1999, Tombe, M., A. Nurawan dan Sukamto, 1994, Juniawan, 2008, Harni, *et al.*, 2013). Patogen tersebut sangat berbahaya bagi tanaman karena dapat bertahan dalam tempo yang lama (10-40 tahun) dengan atau tanpa tanaman inang, daya rusaknya yang tinggi seperti gejala *dumping of* (rebah kecambah), busuk buah dan busuk batang (Sastrahidayat, 2013).

Dayahambat minyak atsiri daun cengkeh terhadap jamur *Fusarium oxysporum* (Layu Panama/*Panama disease*) sangat prospektif dalam rangka mengendalikan serangan berat dan kronis pada jutaan hektar pertanaman pisang kepok di seluruh dunia, seperti dilaporkan di Asia Tenggara dan Australia pada tahun 1876, Panama dan beberapa negara Pasifik Utara tahun 1950, bahkan telah menghentikan ekspor pisang dari Panama (Wikipedia, 2016). Pada tahun 1940-1960, patogen ini juga menyerang perkebunan pisang seluas 30.000 ha di Honduras dan 4.000 ha di Suriname.

Patogen ini tercatat juga menyerang ribuan hektar pisang kepok dan cavendish di Indonesia. Tahun 2007 di Kalimantan Timur, patogen ini dilaporkan telah menyerang 10.000 hektar pertanaman pisang, dan di Kalimantan Selatan, *Foc* menghancurkan ribuan hektar tanaman pisang sejak beberapa tahun yang lalu dan hingga sekarang terus menyebar. Penyebarannya begitu cepat mencapai 100 kilometer pertahun (Nasrunsyah, 2008). Basyah (2010) menyebutkan bahwa penyakit ini telah menghancurkan 163 hektar pertanaman pisang di Aceh. Di Sumatera Barat pada tahun 2002, *Foc* telah menyerang sedikitnya 1 juta rumpun pisang dan pada 2010 telah membunuh 5 juta rumpun pisang kepok, sehingga merugikan petani sekitar 10 milyar rupiah (Djoni, 2004).

PT. Nusantara Tropical Fruit menebunkan pisang Cavendish seluas 2.000 hektar di Lampung dan saat ini tersisa ratusan hektar saja. PT. Global Agronusa menanam 3.000 hektar pisang dan seluruhnya hancur oleh serangan penyakit ini. Maftuh (2010), Ketua Kelompok tani Bina Tani, memperkirakan tanaman pisang yang terserang layu *Fusarium* di Lebak Banten mencapai luasan sekitar 20 ribu hektar. Di Bali, produksi pisang anjlok dari 134.000 ton buah segar tahun 1997 menjadi 58.000 ton pada tahun 2002 (Suprpta, 2010).

Ada dua kelompok senyawa yang dikandung oleh minyak atsiri daun cengkeh, kelompok pertama adalah senyawa fenolat dengan eugenol sebagai komponen terbanyak dan kelompok kedua yaitu senyawa nonfenolat yaitu β -Caryophyllene, α -kububen, α -kopaen, humulen, δ -kadien, dan kadina 1,3,5-trien (Sastrohamidjojo, 2002). Kandungan eugenol dalam minyak cengkeh adalah bunga (90-95%), gagang (83-95%) dan daun (82-87%) (Guenther, 1990). Senyawa eugenol ($C_{10}H_{12}O_2$) diketahui bersifat antimikroba dan menyebabkan malformasi pada morfologi jamur serta kerusakan dinding sel, konidia dan hifa (Giordani *et al.*, 2008). Aktivitas antimikroba dari eugenol dipengaruhi oleh gugus alkil sekunder dan gugus OH dari fenolik yang sangat reaktif membentuk ikatan hidrogen dengan enzim (Utama *et al.*, 2002., Velluti *et al.*, 2004 dan Neri *et al.*, 2006 dalam Harni *et al.*, 2013).

Informasi yang telah ada, sebagai contoh, mengenai kemampuan eugenol yang terdapat dalam daun cengkeh dalam merusak sel cendawan sehingga dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan cendawan patogen (Novita, 2007). Eugenol memiliki aktivitas antibiotik melawan jamur dan bakteri (Ueda *et al.* 1982). Penelitian ini adalah untuk mengetahui senyawa apa yang berfungsi sebagai penghambat daya tumbuh jamur *Foc*, apakah seluruh senyawa ataukah sebagian atau salah satu dari seluruh senyawa yang terkandung di dalamnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dayahambat dari eugenol yang berasal dari minyak atsiri daun cengkeh (MADC) hasil fraksinasi terhadap pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum* f. sp.

cubense (*Foc*) dan LC_{50} (*Lethal Concentration 50*)-nya.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak atsiri daun cengkeh diperoleh dari Laboratorium Pascapanen Balai Besar Pascapanen, isolat jamur *Foc*, media PDAS (*Potato Dextrose Agar Streptomisin*), alkohol (70%), Tween 20, GCMS, dan aquades. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 (empat) aras dan 5 (lima) ulangan serta kontrol. Parameter yang diamati adalah dayahambat dan LC_{50} dari fraksi F2. Konsentrasi larutan pada berbagai aras dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$V1.M1 = V2.M2,$$

dimana:

V1 : Volume awal

M1 : Molaritas awal

V2 : Volume akhir

M2 : Molaritas akhir

Dayahambat dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Dayahambat (P)} = D1 - D2 / D1 \times 100\%,$$

dimana:

P : Persentase penghambatan

D1 : Diameter koloni jamur pada kontrol

D2 : Diameter koloni jamur pada perlakuan

LC_{50} : diperoleh dengan menggunakan program microsoft excel 2010.

Persiapan Penelitian

Pembuatan media PDAS, prosedur kerjanya adalah sebagai berikut: (a) kentang dicuci hingga bersih, dipotong sebesar dadu kecil dan dimasukkan ke dalam gelas piala masing-masing yang berskala 1.000 ml kemudian ditambah aquades hingga penuh dan direbus hingga masak, (b) kentang yang sudah masak disaring, (c) air rebusan kentang dimasukkan ke dalam gelas piala, ditambah aquades hingga 1.000 ml lalu dipanaskan kembali, (d) ke dalam tabung ditambahkan dextrose 1,5 g dan bubuk agar 1,5 g dalam volume media 10 ml. (Apakah media PDA yang digunakan dlm bentuk cair atau padat kalau dengan penambahan 1,5 g bubuk agar.

Dalam bentuk padat (*bubuk*). Campuran diaduk merata dan dipindahkan ke dalam Erlenmeyer dan ditutup rapat. Erlenmeyer berisi PDA tersebut disterilkan ke dalam *autoclave* selama 4 jam, (e) pada saat akan digunakan, media PDA ditambahkan antibiotik streptomycin sehingga menjadi media PDAS dengan konsentrasi 200 ppm.

Sterilisasi, semua alat yang akan digunakan disterilisasi dalam *autoclave* selama 30 menit pada suhu 121 °C dan tekanan 1 atm untuk menghindari kontaminasi dari mikroorganisme yang tidak diinginkan.

Isolasi Jamur *Foc.*, jamur *Foc.* diperoleh dari tanaman pisang yang terserang penyakit Layu Fusarium di dusun Gondang, Kelurahan Tegal Gondo Kecamatan Karang Ploso, Kabupaten Malang Jawa Timur. Bagian dari pelepah pisang yang bergejala disayat dan ditumbuhkan pada media PDA dalam cawan petri, diinkubasi pada suhu kamar selama satu minggu, kemudian dimurnikan untuk dipergunakan sebagai isolat bahan penelitian.

Distilasi fraksinasi minyak atsiri cengkeh, produksi eugenol menggunakan metode Sumangat (2003). Analisis *crude* eugenol meliputi kemurnian dan sifat fisik eugenol yaitu bobot jenis dan indeks bias. Pemurnian *crude* eugenol menggunakan cara destilasi fraksinasi vakum. Setting unit destilasi fraksinasi vakum adalah sebagai berikut: 1) pengisian pecahan es pada bagian *trapping* sistem pemvakuman tekanan udara untuk mencegah tersedotnya fase gas ke dalam pompa vakum, 2) pengisian labu berleher tiga dengan *crude* eugenol sebanyak 1.250 ml, 3) pengaliran air pada sistem kondensor untuk mengkondensasikan fase gas ke fase cair, 4) *setting* program pada komputer sesuai dengan kondisi operasi distilasi yang meliputi suhu labu 250°C (titik didih eugenol pada tekanan 1 atmosfer) dengan rasio refluks 10:10 dan tekanan vakum sesuai dengan perlakuan yang dikaji, dan 5) penyalan pemanas dan tekanan vakum untuk memulai proses pemurnian. Sistem destilasi ini secara otomatis akan bekerja sesuai dengan *setting* program (Hidayat dan Edy, 2010).

GC-MS, uji GCMS dilakukan terhadap minyak atsiri hasil fraksinasi untuk mengetahui jenis dan jumlah senyawa yang

dikandung minyak atsiri daun cengkeh dan persentasenya.

Pelaksanaan Uji Antijamur (Bioassay)

Isolat jamur *Foc* ditumbuhkan pada media PDA seminggu sebelum digunakan. Hal ini dilakukan untuk memperoleh kondisi isolat jamur *Foc* segar. Jamur yang tumbuh lalu diidentifikasi secara morfologi (pustaka rujukan ? Groenewald,2005). Selanjutnya isolat segar disimpan pada suhu kamar.

Pengujian anti-jamur secara *in vitro*, yaitu dengan cara: media PDAS ditambahkan fraksi minyak atsiri yang akan diuji dengan konsentrasi: 27,34 ppm; 54,69 ppm; 109,38 ppm; dan 218,75 ppm. Isolat jamur diambil sebanyak satu potongan *mycelium plug* dengan pelubang gabus berdiameter 6 mm, lalu dipindahkan dengan jarum *ent* ke bagian tengah cawan petri dengan posisi terbalik. Jamur diinkubasi pada suhu kamar di laboratorium. Data diperoleh melalui pengamatan setiap hari mulai 24 jam sejak inokulasi sampai pertumbuhan maksimal pada kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraksinasi senyawa dalam MADC., distilasi fraksinasi vakum pada pemurnian eugenol menghasilkan tiga fraksi (F) yaitu fraksi dengan titik didih kurang dari eugenol (F1= 250°C), fraksi eugenol (F2), dan fraksi dengan titik didih lebih dari eugenol atau residu (F3). Fraksi yang digunakan dalam penelitian ini hanya fraksi F2. Distilat disimpan dalam wadah

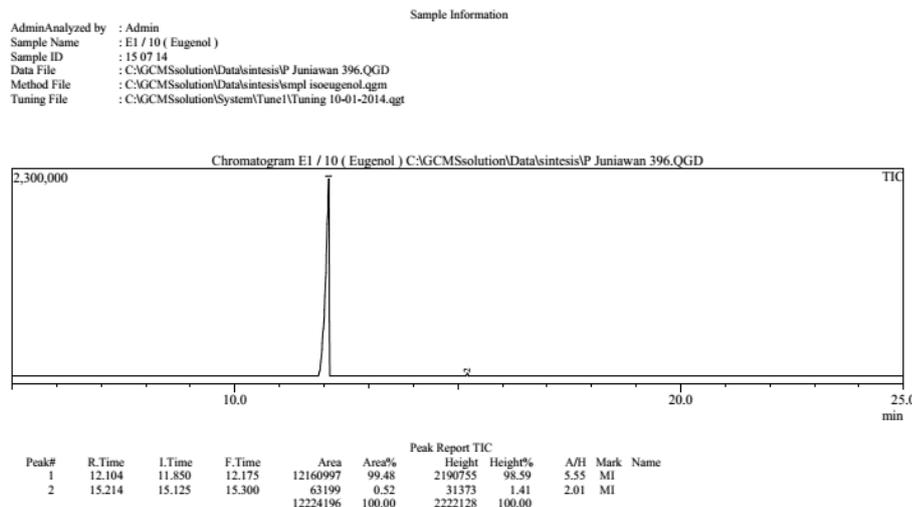
botol gelap untuk menghindari kerusakan oleh sinar matahari. Senyawa-senyawa yang diperoleh pada kegiatan ini ditampilkan pada Tabel 1. Ada duat jenis bahan aktif yang diperoleh Fraksi F2, yaitu *Eugenol*, dan *Naphthalene*.

Hasil Uji GC-MS., pemeriksaan dengan mesin GC-MS terhadap MADC memperlihatkan jenis senyawa atau bahan aktif dan konsentrasi dari setiap bahan aktif yang terkandung di dalam minyak. Konsentrasi yang dominan dapat diduga sebagai bahan aktif yang mempunyai peran utama dalam penghambatan pertumbuhan jamur. Persentase dari masing-masing senyawa dapat dilihat pada Gambar 1.

Konsentrasi eugenol pada fraksi F2 sangat tinggi yaitu 98,59%. Sedangkan senyawa lain jumlahnya sangat sedikit yaitu 1,41%. Sesuai hasil pegamatan dayahambat dari fraksi F2 keberadaan eugenol pada fraksi F2 berpengaruh terhadap dayahambat pertumbuhan jamur. Konsentrasi yang tinggi akan memberikan dayahambat yang tinggi pula. Giordani *et al.* (2008) menemukan korelasi positif antara antara aktivitas antijamur dan kandungan fenol.

Tabel 1. Fraksi minyak atsiri berdasarkan titik didih dan persentasenya

Fraksi senyawa	Formula	Nama senyawa	Persentase (%)
F2	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	<i>Eugenol</i>	98,59
	C ₂₀ H ₃₂	<i>Naphthalene</i>	1,41



Gambar 1. Hasil Uji GCMS Terhadap Minyak Atsiri Daun Cengkeh

Uji Konsentrasi Minimal Dayahambat, uji dayahambat minimal bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi yang menunjukkan adanya dinamika penghambatan. Teknis pelaksanaannya sama dengan *Bioassay* dengan konsentrasi yang kisarannya luas dan diperkirakan mampu menghambat pertumbuhan jamur. Konsentrasi fraksi F2 dimulai dari 27,34 ppm; 54,69 ppm; 109,38 ppm; dan 218,75 ppm. Angka dayahambat tertinggi pada konsentrasi yang terendah digunakan sebagai konsentrasi tertinggi untuk uji tahap berikutnya.

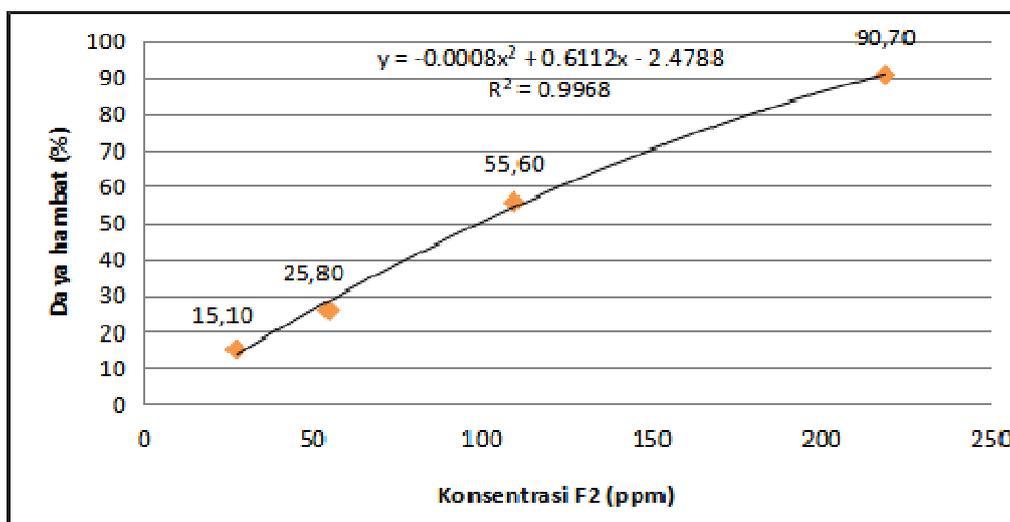
Dayahambat fraksi F2 terhadap jamur *Foc.*, fraksi F2 menunjukkan angka dayahambatnya jauh lebih tinggi yaitu 90,70% pada konsentrasi 218,75 ppm. Hal yang sama berlaku pada konsentrasi di bawahnya, menunjukkan daya hambat yang lebih baik. Hal ini disebabkan oleh kekuatan daya hambat yang dipengaruhi oleh konsentrasi bahan aktif eugenol. Secara umum, banyaknya jenis bahan aktif dan peningkatan konsentrasi yang dimiliki setiap fraksi berkorelasi positif dengan persentase penghambatan pertumbuhan jamur (Sunarto *et al.*, 1999).

Fraksi F2 MADC menunjukkan kekuatan yang sesuai dengan kandungan senyawa eugenol. Fakta ini membuktikan bahwa bahan aktif eugenol mempunyai kontribusi yang sangat tegas dalam penghambatan pertumbuhan jamur *Foc.* Ini sesuai dengan hasil penelitian dan pernyataan dari Kardinan (2002), Nurjanah (2004), Novita

(2007), Juniawan (2008) dan Harni, *et al.* (2013)

Senyawa eugenol merupakan antimikroba dan menyebabkan malformasi pada morfologi jamur serta kerusakan pada dinding sel, kanidia dan hifa. Eugenol mengakibatkan aktivitas fungistatik (Giordani *et al.*, 2008). Eugenol memiliki kemampuan melarutkan lemak yang terdapat pada dinding sel jamur sehingga dinding sel menjadi rusak dan mengganggu permeabilitas sel jamur. Sebagai akibatnya, dinding sel menjadi tidak selektif sehingga terjadi penekanan pertumbuhan dan perkembangan jamur patogen (Novita, 2008). Bevilacqua *et al.* (2008) dalam Harni *et al.* (2013) lebih lanjut menjelaskan aktivitas antimikroba dari eugenol dipengaruhi kandungan senyawa fenolik berupa gugus alkil sekunder dan gugus OH yang sangat reaktif membentuk ikatan hidrogen dengan enzim.

Salah satu enzim yang berperan dalam merusak dinding sel jamur adalah enzim kitinase. Schoffelmeer *et al.* (1999) dalam Harni *et al.* (2013) menyatakan bahwa pengujian kemampuan antijamur enzim kitinase pada jenis jamur yang berbeda memberikan hasil yang berbeda. Jamur *Fusarium oxysporum (Fo)* lebih tahan terhadap kitinase karena komposisi dari dinding selnya. Komposisi dinding sel dari jamur *Fo* pada lapisan luar adalah senyawa glikoprotein sebanyak 50-60% yang mampu melindungi permukaan miselium dan di dalam selnya terdapat kitin dan glukon.



Gambar 2. Persentase dayahambat fraksi F2 dalam beberapa konsentrasi terhadap jamur *Foc.*

Enzim kitinase dalam aktivitasnya menghambat pertumbuhan jamur membutuhkan enzim lain dan bekerja secara simultan. Pada percobaan dengan menggunakan potongan miselium *Foc* ternyata enzim kitinase mampu melisiskan dinding sel jamur *Foc*. Miselium jamur yang terpapar kitinase akan menunjukkan perubahan bentuk. Kitinase melisiskan dinding sel miselium karena kitin yang terdapat pada dinding sel dapat dirombak. Protein dan lemak tidak menghalangi masuknya enzim ke dinding sel miselium yang mengandung kitin. Eugenol mampu melarutkan lemak pada dinding sel jamur sehingga dinding sel rusak dan bersifat aselektif (Novita, 2008). Kerusakan dinding sel menyebabkan fungsi fisiologis terhenti dan jamur akan mati. Kasus ini disebut dengan fungitoksitas.

KESIMPULAN

berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan, bahwa dayahambat tertinggi dari eugenol mencapai 90,70% pada konsentrasi 218,75 ppm dan LC₅₀ terendah adalah 11,7 µl dimiliki oleh bahan aktif MADC yang terdapat pada fraksi F2 dengan kandungan eugenol tertinggi (98,59%).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. Penyakit Layu *Fusarium* di Kalimantan Timur. Progdny's Weblog. [17 Januari 2016]
- Basyah, A. 2010. 163 hektar Tanaman Pisang diserang penyakit. m.serambinews.com. [16 September 2010].
- Djoni. 2004. Serangan Penyakit Layu *Fusarium* di Sumatra Barat. Balai Perlindungan Tanaman Sumatra Barat. Situshijau.co.id. [17 Januari 2016].
- Giordani, R., Y. Hadeif, and J. Kaloustian. 2008. Compositions and antifungal activities of essential oils of some Algerian aromatic plants. *Fitoterapia* 79: 199-203.
- Guenther, E., penerjemah: S. Ketaren. 1990. Minyak Atsiri. Jilid IVB. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Harni, R., Widi Amaria, dan Supriadi. 2013. Keefektifan Beberapa Formula Fungisida Nabati Eugenol dan *Sitronella* terhadap *Phytophthora palmivora* asal Kakao. *Buletin RISTI* 4(1): 11-18. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Bogor.
- Hidayat, T. dan Edy Mulyono, 2010. Pemurnian Eugenol dari Minyak Daun Cengkeh dengan Cara Distilasi Fraksinasi Vakum. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pascapanen Pertanian*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Juniawan. 2008. Uji Efektivitas Beberapa Tumbuhan Lokal Pulau Lombok Sebagai Bahan Fungisida Nabati Untuk Pengendalian Jamur Tular Tanah (*Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* dan *Sclerotium rolfsii*). Tesis. Program Pascasarjana Universitas Mataram. Mataram.
- Kardinan, A. 2002. Ramuan dan Aplikasi Pestisida Nabati. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nasrunsyah. 2008. Penyakit Layu Pisang Dapat Musnahkan Pisang Kalsel. Radar Banjarmasin, 27 Desember 2008. Diakses 16 September 2010.
- Noveriza, R. dan Tombe, M.. 2006. Uji *In Vitro* Limbah Pabrik Rokok, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro). Bogor.
- Novita, T. 2007. Uji efektivitas *Gliocladium* sp dan daun cengkeh terhadap pengendalian layu *Fusarium* dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman tomat. Laporan penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Jambi. Jambi.
- Novita, T. 2008. Peran Daun Cengkeh Terhadap Pengendalian Layu *Fusarium* Pada Tanaman Tomat. *Jurnal Agronomi* Vol. 12 No. 2, Juli-Desember 2008. Jambi.
- Nurjannah, N. 2004. Diversifikasi Penggunaan Cengkeh. *Perspektif* Vol. 3 No. 2 Desember 2004.
- Sastrahidayat, I.R. 2013. *Fitopatologi*. UB Press. Malang.

- Sastrohamidjojo H., 2002. Kimia Minyak Atsiri. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Sunarto, Solichatun, Shanti Listyawati, Nita Etikawati, Ari Susilowati. 1999. Aktivitas Antifungal Ekstrak Kasar Daun dan Bunga Cengkeh (*Syzigium aromaticum* L.) Pada Pertumbuhan Cendawan Perusak Kayu. Jurnal BioSMART OL. 1 Nomer 2, Hal 2027. Jur. Biologi FMIPA UNS Surakarta. Solo.
- Wikipedia, 2016. Fusarium oxysporum. The free encyclopedia. [16 Januari 2016]