



## **UJI DAYAHAMBAT MINYAK ATSIRI DAUN CENGKEH TERHADAP PERTUMBUHAN JAMUR *FUSARIUM OXYSPOURUM* F.SP. *CUBENSE***

Juniawan

Widyaiswara BBPP Ketindan

\*) Corresponding author phone: +62-823-3077-9978,  
e-mail: juniawanwi.@gmail.com

### **Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai dayahambat dari minyak atsiri daun cengkeh (MADC) terhadap pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) dan LC<sub>50</sub>. 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 dayahambat minimum dan uji daya cegah. Data dianalisis dengan program microsoft excel 2010. Hasil eksplorasi menunjukkan bahwa MADC hasil fraksinasi sudah mampu menghambat pertumbuhan jamur *Foc* pada konsentrasi 17,5 µl (0,025%) yaitu sebesar 56,7%. Konsentrasi tersebut digunakan sebagai konsentrasi terendah dalam uji dayahambat. Selanjutnya uji dayahambat dilakukan mulai pada konsentrasi **17,5 µl, 8,75 µl, 4,4 µl dan 2,2 µl**. Pengamatan dilakukan selama 7 hari setelah inokulasi (HSI) menunjukkan adanya dayahambat dari setiap konsentrasi. Hasil penelitian menunjukkan dayahambat terbaik adalah pada konsentrasi 17,5 µl dengan dayahambat sebesar 90% dan LC<sub>50</sub> sebesar 11,17 µl.

**Kata kunci:** MADC, fraksinasi, *Foc*, uji *in vitro* dan LC<sub>50</sub>.

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

MADC 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 disease*) dan jamur patogen lainnya seperti: *Sclerotium rolfsii*; *Sclerotium oryzae*; *Pyricularia oryzae*; *Rhizoctonia solani*; *Fusarium oxysporum*; *Fusarium batatis*; *Phytophthora palmivora* dan *Phytium* sp. (Sutadi, 1991, Suhandi, 1992, Sunarto, *et al.*, 1999, Tombe dan Nurjanah, 2006, Juniawan, 2008, Harni, *et al.*, 2013). Patogen tersebut sangat berbahaya bagi pertanian 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).

Daya cegah MADC terhadap jamur *Foc* sangat prospektif dalam rangka mengendalikan serangan berat dan kronis pada jutaan hektar pertanian 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, the free encyclopedia). 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, 2010). PT. Nusantara Tropical Fruit mengebunkan 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, 2002).

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  $\beta$ -Caryophyllene,  $\alpha$ -kububen,  $\alpha$ -kopaen, humulen,  $\delta$ -kadien, dan kadina 1,3,5-trien (Sastroamidjojo, 2002). Daun cengkeh mengandung bahan aktif utama eugenol 70-85% (Kardinan, 2002). Eugenol merupakan senyawa terbanyak yang ada dalam daun cengkeh dan bersifat larut dalam alkohol (Bullerman *et al.*, 1977 dalam Nurjannah, 2004).

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).

Aktivitas seluruh senyawa yang terkandung di dalam MADC sudah banyak diketahui. Selama ini penelitian masih bertumpu pada minyak atsiri dan belum ada yang meneliti mengenai kemampuan dari masing-masing senyawa atau fraksi dari MADC. Penelitian ini adalah untuk mengetahui senyawa apa yang berfungsi sebagai penghambat daya tumbuh jamur *Foc*, apakah seluruh senyawa atautkah sebagian atau salah satu dari seluruh senyawa yang terkandung di dalamnya.

## 1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai dayahambat dari minyak atsiri daun cengkeh (MADC) terhadap pertumbuhan jamur patogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*) dan *Lc*<sub>50</sub>.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah MADC hasil fraksinasi yang diperoleh dari



Laboratorium Balai Besar Pascapanen Bogor, isolat jamur *Foc*, media PDAS (*Potato Dextrose Agar Streptomisin*), alkohol, Tween 20, dan aquadest. Menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 (empat) aras dan 5 (lima) ulangan serta kontrol. Parameter yang diamati adalah dayahambat dan  $LC_{50}$ . 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.

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.

## 2.2. Metodologi

### 2.2.1. Persiapan Penelitian

#### 2.2.1.1 . 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 gr dan bubuk agar 1,5 gr. 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.

#### 2.2.1.2 . Sterilisasi

Semua alat yang akan digunakan disterilisasi dalam *autoclave* selama 30 menit pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm untuk menghindari kontaminasi dari mikroorganisme yang tidak diinginkan.

#### 2.2.1.3 . 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 petridisk dengan media PDA, diinkubasi pada suhu kamar selama seminggu, kemudian dimurnikan untuk dipergunakan sebagai isolat bahan penelitian.

#### 2.2.1.4 . Distilasi fraksinasi MADC.

Produksi eugenol menggunakan metode Sumangat *et al.* (2003). Analisis *crude* eugenol meliputi kemurnian dan sifat fisik eugenol yaitu bobot jenis dan indeks bias. Pemurnian *crude* eugenol menggunakan cara distilasi fraksinasi vakum. Setting unit distilasi 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) penyalaaan pemanas dan tekanan vakum untuk memulai proses pemurnian. Sistem distilasi ini secara otomatis akan bekerja sesuai dengan *setting* program (Hidayat, T. dan Edy M., 2010).

#### 2.2.1.5 .GC-MS.

Uji GCMS dilakukan terhadap MADC hasil fraksinasi untuk mengetahui jenis dan jumlah senyawa yang dikandungnya serta persentasenya di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

#### 2.2.2 Pelaksanaan Uji Antijamur (*Bioassay*)

2.2.2.1 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. Selanjutnya isolat segar disimpan pada suhu kamar.

2.2.2.2 Pengujian anti-jamur secara *in vitro*, yaitu dengan cara: media PDAS ditambahkan fraksi MADC yang akan diuji dengan konsentrasi 17,5 µl, 8,75 µl, 4,4 µl dan 2,2 µl serta 0,025%; 0,050%; 0,075% dan 0,1%. Isolat jamur diambil sebanyak satu potongan *mycelium plug* dengan pelubang gabus berdiameter 5 mm, lalu dipindahkan dengan jarum *ent* ke bagian tengah cawan petri. Jamur diinkubasi pada suhu kamar di laboratorium. Data diperoleh melalui pengamatan setiap hari mulai 24 jam sejak inokulasi sampai pertumbuhan maksimal pada cawan petri kontrol.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Fraksinasi senyawa dalam minyak atsiri cengkeh

Distilasi fraksinasi vakum pada pemurnian eugenol menghasilkan tiga fraksi (F) yaitu fraksi dengan titik didih kurang dari eugenol (F1), fraksi eugenol (F2), dan fraksi dengan titik didih lebih dari eugenol atau residu (F3). Tetapi untuk penelitian ini hanya menggunakan hasil fraksinasi pada titik didih fraksi Eugenol (F2). Distilat disimpan dalam wadah botol gelap untuk menghindari kerusakan oleh sinar matahari.

#### 3.2 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. Empat jenis bahan aktif diperoleh sebagai hasil uji GC-MS disebut sebagai bahan aktif dari MADC, yaitu: *Eugenol*, *Eugenol asetat*, *Naphthalene*, dan *Buthane* dengan persentase seperti pada Tabel 1.

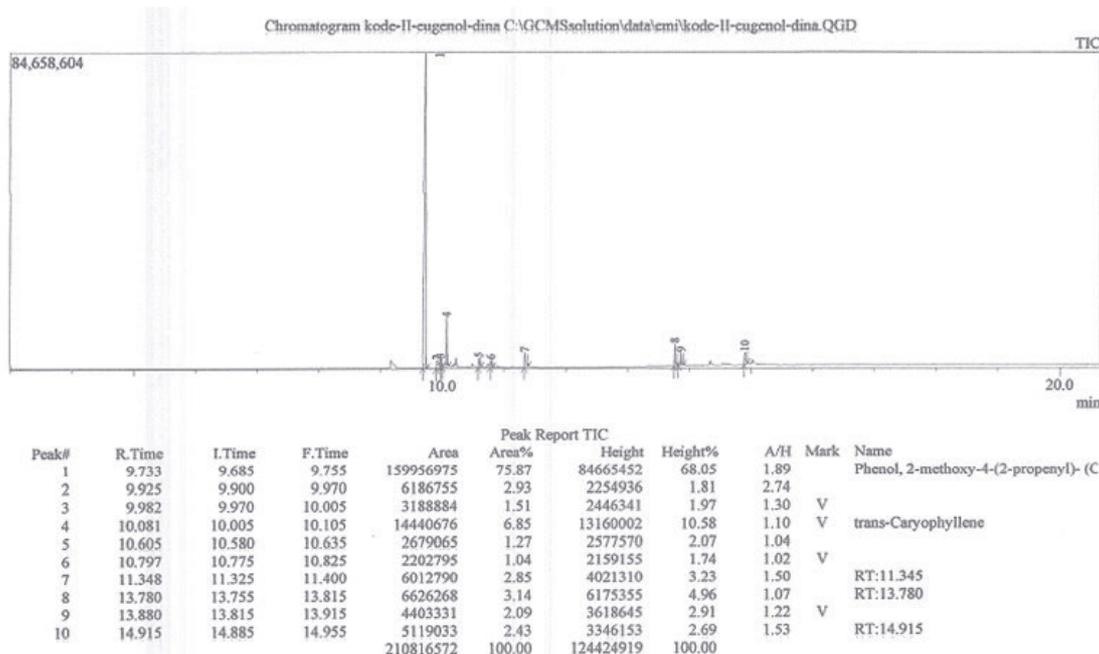
Uji GC-MS dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Brawijaya. Bahan yang dijadikan sebagai bahan uji adalah minyak atsiri cengkeh Hasil fraksinasi dengan mesin distilasi vakum, yaitu berupa minyak F3. Ada 6 jenis senyawa yang terdapat pada fraksi 3 yaitu: eugenol (C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub>), eugenol asetat (C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>3</sub>), trans-Caryophyllene (alpha-Humulene) (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>), 4-Cycloprophylnorarane (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>), NaphtHalene (C<sub>20</sub>H<sub>32</sub>) dan Furan (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>).



Dari keenam senyawa yang terkandung dalam fraksi F3, eugenol sangat dominan jumlahnya yaitu mencapai 82,82%, sehingga dapat diduga kemampuan dalam penghambatan daya tumbuh *Foc* sangat dipengaruhi oleh eugenol. Hal ini didukung oleh pendapat Giordani *et al.* (2008) bahwa senyawa eugenol diketahui bersifat antimikroba dan menyebabkan perubahan bentuk morfologi jamur serta kerusakan pada dinding sel, koniidia dan hifa. 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). Eugenol juga dapat melarutkan lemak yang terdapat pada dinding sel cendawan sehingga dinding sel rusak dan mengganggu permeabilitas sehingga dinding sel menjadi tidak selektif dan menyebabkan penekanan pertumbuhan dan perkembangan cendawan (Novita, 2008).

Tabel 1. Fraksi minyak atsiri Fraksi 3 (F3) berdasarkan titik didih dan persentasenya

No.	Fraksi senyawa	Formula	Nama senyawa	Persentase (%)
1.	F3	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	<i>Eugenol</i>	68,05
		C <sub>20</sub> H <sub>32</sub>	<i>Trans-Caryophyllene</i>	10,58



Gambar 1. Jenis senyawa dan persentase bahan aktifnya pada Fraksi F3

Senyawa eugenol masih dominan pada F3. Konsentrasi eugenol juga sangat tinggi (968,05%) pada fraksi F3. Sesuai Hasil pengamatan dayahambat dari fraksi F3 keberadaan eugenol berpengaruh terhadap dayahambat pertumbuhan jamur. Konsentrasi yang begitu tinggi akan memberikan dayahambat yang tinggi pula. Menurut Daniela *et al.* (2010), eugenol mengakibatkan aktivitas fungistatik. Giordani *et al.* (2008) menemukan korelasi positif antara aktivitas antijamur dan kandungan fenol. Aktivitas antimikroba yang kuat berkorelasi dengan senyawa eugenol yang terdapat pada MADC (Balchin Lis dan Dekan dalam Daniela *et al.*, 2010).



### 3.3 Uji Konsentrasi Minimal Dayahambat

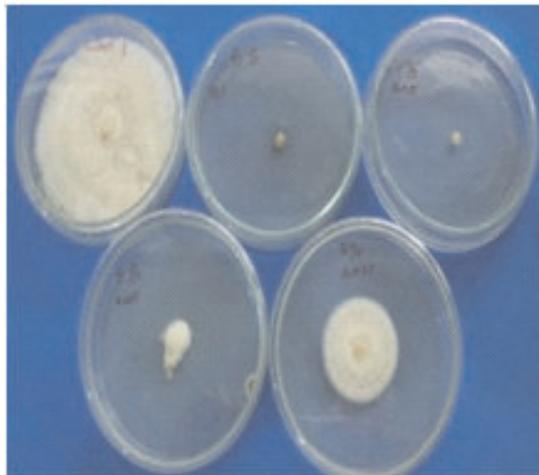
Uji dayahambat minimal bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi yang menunjukkan adanya dinamika penghambatan. Teknis pelaksanaannya sama dengan *Bioassay* dengan dosis yang kisarannya luas dan diperkirakan mampu menghambat pertumbuhan jamur. Konsentrasi fraksi F3 dimulai dari 0,01% (70  $\mu$ l), 0,075% (52,5  $\mu$ l), 0,05% (35  $\mu$ l), dan 0,025% (17,5  $\mu$ l). Angka dayahambat tertinggi pada konsentrasi yang terendah digunakan sebagai konsentrasi tertinggi untuk uji tahap berikutnya.

Konsentrasi ( $\mu$ L)	Diameter pertumbuhan jamur perlakuan (cm)	Diameter pertumbuhan jamur kontrol (cm)	Dayahambat (%)
70	0	9,0	100
52,5	0	9,0	100
35	0	9,0	100
17,5	3,6	9,0	60

Tabel 2. Dayahambat maksimal minyak daun atsiri cengkeh Fraksi F3

Dari tabel 2 diperoleh informasi bahwa konsentrasi minimum terjadi pada 17,5  $\mu$ L yaitu sebesar 60%.

Dayahambat minimum dari setiap fraksi terlihat pada Gambar 2. berikut ini.



Fraksi 3 Residu

Gambar 2. Dayahambat minyak atsiri F3 terhadap jamur *Foc* pada media PDA.

Kemampuan penghambatan dari berbagai fraksi minyak atsiri cengkeh pada konsentrasi di atas 17,5  $\mu$ L sangat tinggi, meskipun tampak ada sedikit miselium jamur yang tumbuh pada konsentrasi 35  $\mu$ l (Gambar 2).

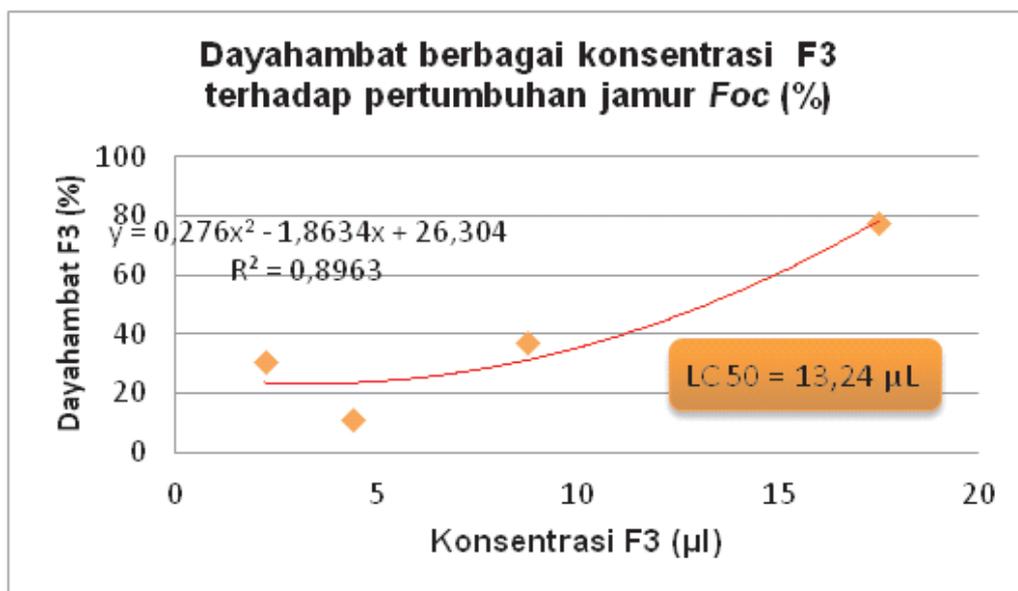
### 3.4 Daya cegah fraksi F3 minyak atsiri cengkeh terhadap jamur *Foc*

Hasil yang berbeda terlihat pada dayahambat fraksi F3, kisaran angkanya lebih lebar (84,44%) dari fraksi F1 (80,00%) dan fraksi F2 (90,67%). Konsentrasi eugenol fraksi F3 tidak berbeda jauh dibandingkan dengan fraksi F2 maupun fraksi F1, tetapi mempunyai kandungan bahan aktif yang jenisnya lebih banyak. Secara umum, banyaknya jenis bahan aktif dan peningkatan konsentrasi yang dimiliki setiap fraksi berkorelasi positif dengan persentase penghambatan pertumbuhan jamur (Sunarto *et al.*, 1999).



Ketiga fraksi MADC menunjukkan kekuatan yang bervariasi sesuai dengan kandungan senyawa eugenol. Fakta ini membuktikan bahwa bahan aktif eugenol mempunyai kontribusi yang sangat tegas dalam penghambatan pertumbuhan jamur *Foc*, 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), seperti telah dikemukakan Daniela *et al.* (2010). 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.



Gambar 3. Persentase daya fraksi F3 dalam beberapa konsentrasi terhadap jamur *Foc*.

Salah satu enzim yang berperan dalam merusak dinding sel jamur adalah enzim kitinase. Schoffemeer *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 glukukan.

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 fungitoksistasitas.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu: dayahambat tertinggi (79%) dan  $LC_{50}$  terendah (13,24  $\mu$ l) dimiliki oleh bahan aktif MADC yang terdapat pada fraksi F3 dengan kandungan eugenol tertinggi (68,05%).

##### 4.2. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan yaitu perlunya kajiwidya atau penelitian lebih lanjut untuk: (a) mengetahui metode fraksinasi yang lebih teliti agar dapat memisahkan setiap fraksi dari minyak atsiri cengkeh; (b) lebih detail tentang daya cegah dari setiap bahan aktif dan (c) mengangkat potensi tinggi yang ada pada minyak atsiri sebagai fungisida guna menggantikan fungisida sintesis yang selama ini digunakan oleh petani. Hasilnya akan sangat bermanfaat untuk menjadi materi pelatihan pengendalian penyakit pada tanaman pisang.

##### Daftar Pustaka

- Basyah, A. 2010. 163 hektar Tanaman Pisang diserang penyakit. m.serambinews.com. Akses tanggal 16 September 2010.
- Campaniello, D. Maria Rosaria Corbo dan Milena Sinigaglia. 2010. Antifungal Activity of Eugenol Against *Penicillium*, *Aspergillus* and *Fusarium* species. Department of Food Science, University of Foggia, via Napoli 25 71100 Foggia. Italy.
- Djatnika, I. 2005. Pisang: Pasar Swalayan Penyakit. Trubus Oktober 2005, p. 54-55
- Djoni, 2004. Serangan Penyakit Layu *Fusarium* di Sumatra Barat. Balai Perlindungan Tanaman Sumatra Barat. Situshijau.co.id. Diakses tanggal 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.
- 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.
- Maftuh, 2010. Ribuan hektar tanaman pisang terserang layu *Fusarium*. *Ekonomi dan Bisnis. Bisnis*. Akses 10 Maret 2010.
- Martinus, Yenny Liswarni dan Yanuar Miska. 2010. Uji Konsentrasi Air Rebusan Serai Wangi *Andropogon nardus* Terhadap Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Pepaya Secara In Vitro. *Jur. HPT, Faperta*, Universitas Andalas. Padang.
- Nasrunsyah, 2008. Penyakit Layu Pisang Dapat Musnahkan Pisang Kalsel. *Radar Banjarmasin*, 27 Desember 2008. Diakses 16 September 2010.



- Noveriza, R. dan M.Tombe 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 N0. 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.
- Sunarto, Solichatun, Shanti Listyawati, Nita Etikawati, Ari Susilowati, 1999. Aktivitas Antifungal Ekstrak Kasar Daun dan Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Pada Pertumbuhan Cendawan Perusak Kayu. *Jurnal BioSMART OL*. 1 Nomer 2, Hal 2027. Jur. Biologi FMIPA UNS Surakarta. Solo.
- Suprpta, D.N. 2010. Pemulih Produksi Pisang Bali. *Kompas* 24 Februari 2004. Diakses 16 September 2010.
- Semangun, H. 1989. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ueda, S., H. Yamasaki, M. Nakajima, and Y. Kurawara, 1982. Inhibition of mikroorganism by spice extract and flavouring compounds. *Nippon Shokukin Kogyo Gakkashi*. Vol. 29 (2).
- Wikipedia, 2016. *Fusarium oxysporum*. The free encyclopedia. Diakses 16 Januari 2016.