

**POTENSI MINYAK ATSIRI SERAI WANGI (*Cymbopogon winterianus*)
SEBAGAI FUNGISIDA NABATI TERHADAP PENYAKIT
ANTRAKNOSA (*Colletotrichum gloeosporioides*) PADA BUAH APEL
(*Malus sylvestris* Mill)**

Oleh:

**ASTRI SEPTIYANINGSIH NUGRAHENI
MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN**

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2014

**POTENSI MINYAK ATSIRI SERAI WANGI (*Cymbopogon winterianus*)
SEBAGAI FUNGISIDA NABATI TERHADAP PENYAKIT
ANTRAKNOSA (*Colletotrichum gloeosporioides*) PADA BUAH APEL
(*Malus sylvestris* Mill)**

Oleh:

**ASTRI SEPTIYANINGSIH NUGRAHENI
105040207111002**

**MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2014

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, September 2014

Astri Septianingsih Nugraheni



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul skripsi : Potensi Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus*) Sebagai Fungisida Nabati Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides*) Pada Buah Apel (*Malus sylvestris* Mill)

Nama Mahasiswa : Astri Septiyaningsih Nugraheni

NIM : 105040207111002

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

**Pembimbing Pendamping I,**

Ir. H. Abdul Cholil
NIP. 19510807 197903 1 002

Pembimbing Pendamping II,

Dr. Edi Priyo Utomo, MS.
NIP. 19571227 198603 1 003

Mengetahui
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan,

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Penguji II

Ir. H. Abdul Cholil
NIP. 19510807 197903 1 002

Penguji III

Dr. Edi Priyo Utomo, MS.
NIP. 19571227 198603 1 003

Penguji IV

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Tanggal Lulus :

*Skripsi ini kupersembahkan untuk Bapak dan Ibu
tercinta, serta adikku tersayang.
Terimakasih atas semua pengorbanan, kasih sayang,
cinta, dan perhatian yang telah kalian berikan
kepadaku.
Kalian adalah anugerah terindah yang Allah SWT
limpahkan untukku.*



RINGKASAN

Astri Septiyaningsih Nugraheni. 105040207111002. Potensi Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus*) sebagai Fungisida Nabati Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides*) pada Buah Apel (*Malus sylvestris* Mill). Dibawah bimbingan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS., Ir. H. Abdul Cholil, Dr. Edi Priyo Utomo, MS.

Penyakit antraknosa buah apel yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum gloeosporioides* merupakan salah satu penyakit pasca panen buah apel. Secara alternatif jamur dapat dikendalikan oleh pestisida yang berasal dari alam yang aman bagi lingkungan dan tidak ada zat yang tertinggal. Produk alami seperti minyak atsiri serai wangi yang mengandung genaniol, sitronellal, dan sitronellol telah diketahui berperan sebagai biofungisida. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi minyak atsiri serai wangi dalam mengontrol pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* yang efektif.

Minyak atsiri serai wangi *Cymbopogon winterianus* di dapatkan dari unit penyulingan PHKI Tema C, Kesamben, Kabupaten Blitar. Komposisi senyawa minyak atsiri diidentifikasi menggunakan GC-MS. Penelitian ini dilakukan secara *in vitro* dan *in vivo*. Secara *in vitro*, berbagai konsentrasi minyak serai wangi diletakkan di cawan petri dan jamur *C. gloeosporioides* diletakkan dipusat cawan petri. Penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* diukur dari diameter koloni dan berat miselium jamur. Secara *in vivo* buah apel direndam kedalam larutan minyak atsiri serai wangi kemudian buah ditusuk dan ditetesi suspensi jamur *C. gloeosporioides*. Diameter gejala yang muncul pada permukaan buah apel diukur selama 14 HSI. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diujikan yaitu media tanpa pemberian minyak atsiri serai wangi sebagai kontrol, media dengan campuran minyak atsiri serai wangi konsentrasi 500 ppm hingga 1500 ppm.

Hasil analisis GC-MS yang menunjukkan bahwa minyak atsiri serai wangi mengandung sitronellal 57,92%, sitronellol 13,59%, dan genaniol 17,66%. Secara *in vitro* minyak atsiri serai wangi paling efektif menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* yaitu pada konsentrasi 1500 ppm sebesar 90,22%. Secara *in vivo* minyak atsiri serai wangi dapat menghambat pertumbuhan gejala antraknosa paling efektif yaitu pada konsentrasi 1500 ppm dengan diameter gejala 2,33 cm. Nilai EC₅₀ minyak atsiri serai wangi dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro* dan *in vivo* yaitu 986,84 ppm dan 1779,55 ppm. Sedangkan nilai *minimum inhibitory concentration* (MIC) minyak atsiri serai wangi dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro* dan *in vivo* yaitu 45,18 ppm dan 547,09 ppm.

SUMMARY

Astri Septiyaningsih Nugraheni. 105040207111002. Potential Lemon Grass Essential Oil (*Cymbopogon winterianus*) as Fungicides Against Plant Diseases Antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides*) on Apples (*Malus sylvestris* Mill). Supervised by Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS., Ir. H. Abdul Cholil, Dr. Edi Priyo Utomo, MS.

Apple anthracnose disease caused by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides* is one of the post-harvest diseases. Alternatively, a treatment of the fungus can use a fungicide isolated from natural product that environmentally safe and no matter waste left. The natural product, such as essential oil of lemon grass contains bioactive compounds such as geraniol, citronellal, and citronellol have been known to play biopesticide. The research was conducted to determine of a various concentration of essential oil on controlling of *C. gloeosporioides*, effectively.

Essential oil of *Cymbopogon winterianus* was obtained from the distilling unit of PHKI Theme C, Kesamben, Blitar. Compounds composition of the essential oil were identified using GC-MS. There were *in vitro* and *in vivo* tests in this research. The various come of essential oil were placed in petri dish and put the *C. gloeosporioides* in the center of the petri dish. The inhibition of the *C. gloeosporioides* growth was determined by measuring the diameter of colony of the fungi and its misellium mass. Second, *In vivo* apples soaked into a solution of citronellal essential oil then fruit punctured and spilled *C. gloeosporioides* suspension. Diameter of symptoms that appear on the surface of the apples was measured for 14 days after inoculation. The research used Completely Randomized Design (CRD) with 6 treatments that replaced 4 times. The experiment to control the growth and development of *C. gloeosporioides* was performed by using different levels of concentrated extract of 500 until 1500 ppm, compared with media potato dextrose agar (PDA) in the absence of essential oil as control.

The results of GC-MS analysis showed that the citronellal essential oil contains citronellal 57.92%, citronellol 13.59%, and geraniol 17.66%. Furthermore, *in vitro* test finds out that essential oil of citronellal with concentration 1500 ppm effectively inhibited fungal growth of 90,22%. *in vivo* test using concentration 1500 ppm shows that effective inhibit the growth of anthracnose symptoms with diameter symptoms 2,33 cm. Effective concentration (EC₅₀) values citronellal essential oil in inhibiting the growth of *C. gloeosporioides in vitro* 986,84 ppm and *in vivo* 1779,55 ppm. Value of the minimum inhibitory concentration (MIC) citronella essential oil in inhibiting the growth of fungus *C. gloeosporioides in vitro* and *in vivo* are 45.18 ppm and 547.09 ppm.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas segala limpahan rahmat, karunia dan pertolongan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Potensi Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus*) Sebagai Fungisida Nabati Terhadap Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides*) pada Buah Apel (*Malus sylvestris* Mill).

Penulis mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini, terutama kepada :

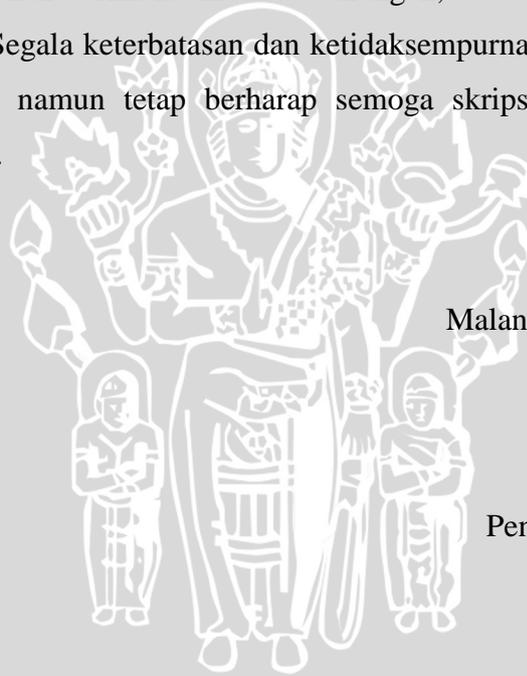
1. Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. selaku dosen pembimbing pertama atas segala kesabaran, arahan, nasehat dan bimbingannya kepada penulis selama menyusun skripsi hingga selesai.
2. Ir. Abdul Cholil selaku dosen pembimbing kedua atas segala kesabaran, arahan, nasehat dan bimbingannya kepada penulis selama menyusun skripsi hingga selesai.
3. Dr. Edi Priyo Utomo, MS. selaku dosen pembimbing ketiga atas segala kesabaran, arahan, nasehat dan bimbingannya kepada penulis selama menyusun skripsi hingga selesai.
4. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU selaku penguji atas nasihat, arahan dan bimbingan kepada penulis.
5. Bapak Ir. Tri Prasetyono, Ibu Dra. Dalsih, dan adik Dio Kurniawan atas do'a, dukungan, bantuan dan kasih sayang yang tidak terbatas hingga penyusunan skripsi ini selesai.
6. Bapak Ketua Jurusan Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. serta Dosen-dosen, karyawan dan Laboran Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang atas bantuan yang telah diberikan.
7. Laboran laboratorium kimia organik Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya Malang atas bantuan informasi.

8. Dhani Galih R. atas semua bantuan, kesabaran dan dukungannya skripsi ini selesai.
9. Semua teman-teman HPT'10 khususnya mikologi'10 atas bantuan dalam mengerjakan semua proses skripsi ini.
10. Teman-teman kos "sinbraw" yang menemani dalam mengerjakan skripsi ini hingga larut malam.
11. Teman-teman kelas K khususnya Putri Setya Rahmita, Dewi Fajarwati, Erlinda Damayanti atas kerjasama dan bantuannya.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas kerjasama, bantuan, do'a, dukungan dan kenangan indah yang telah terjadi selama proses skripsi ini.

Penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan, do'a dan semangatnya kepada semua pihak. Segala keterbatasan dan ketidaksempurnaan pada skripsi ini penulis menyadarinya namun tetap berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi pembaca.

Malang, September 2014

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 26 September 1991 di Probolinggo, Jawa Timur dari pasangan Tri Prasetyono dan Dalsih. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Memiliki adik laki-laki bernama Dio Kurniawan.

Riwayat pendidikan penulis yang pernah ditempuh yaitu taman kanak-kanan Taruna Dra Zulaeha Leces Probolinggo dan lulus pada tahun 1998. Sekolah Dasar Taruna Dra Zulaeha dan lulus pada tahun 2004. Sekolah Menengah Pertama Taruna Dra Zulaeha dan lulus pada tahun 2007. Sekolah Menengah Utama Taruna Dra Zulaeha dan lulus pada tahun 2010. Penulis diterima di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2010 melalui jalur SPMK.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif mengikuti kepanitiaan Mahasiswa Baru Fakultas Pertanian (POSTER) 2011 divisi PDD, BPI 2011 divisi kesehatan, POSTER 2012 divisi kesehatan, BPI 2012 divisi konsumsi, Halal bihalal HiMAPTA 2012 divisi PDD, Open House HiMAPTA 2012 bendahara, Ekspedisi HiMAPTA 2013 divisi acara, Arthropoda HiMAPTA 2013 co divisi PDD, Proteksi HiMAPTA 2013 divisi pendamping, kunjungan keilmuan dan keilmiahan HiMAPTA 2013 kapel, dan Proteksi HiMAPTA 2014 divisi protektor.

Asisten Praktikum yang pernah diikuti oleh penulis yaitu Teknologi Produksi Benih aspek HPT tahun 2013, Manajemen Hama dan Penyakit Tanaman (MHPT) tahun 2013, Teknologi Produksi Tanaman tahun 2013 dan Manajemen Agroekosistem 2013. Penulis juga menjadi Staff magang EM UB 2010 departemen RISTEK, Staff magang HiMAPTA 2012 departemen LITBANG, dan pengurus harian HiMAPTA periode 2013 departemen INFOKOM. Penulis melaksanakan kegiatan Magang Kerja pada tahun 2013 di Kusuma Agrowisata divisi Klinik Agribisnis dan agrowisata (KAA) kota Batu Malang, Jawa Timur.

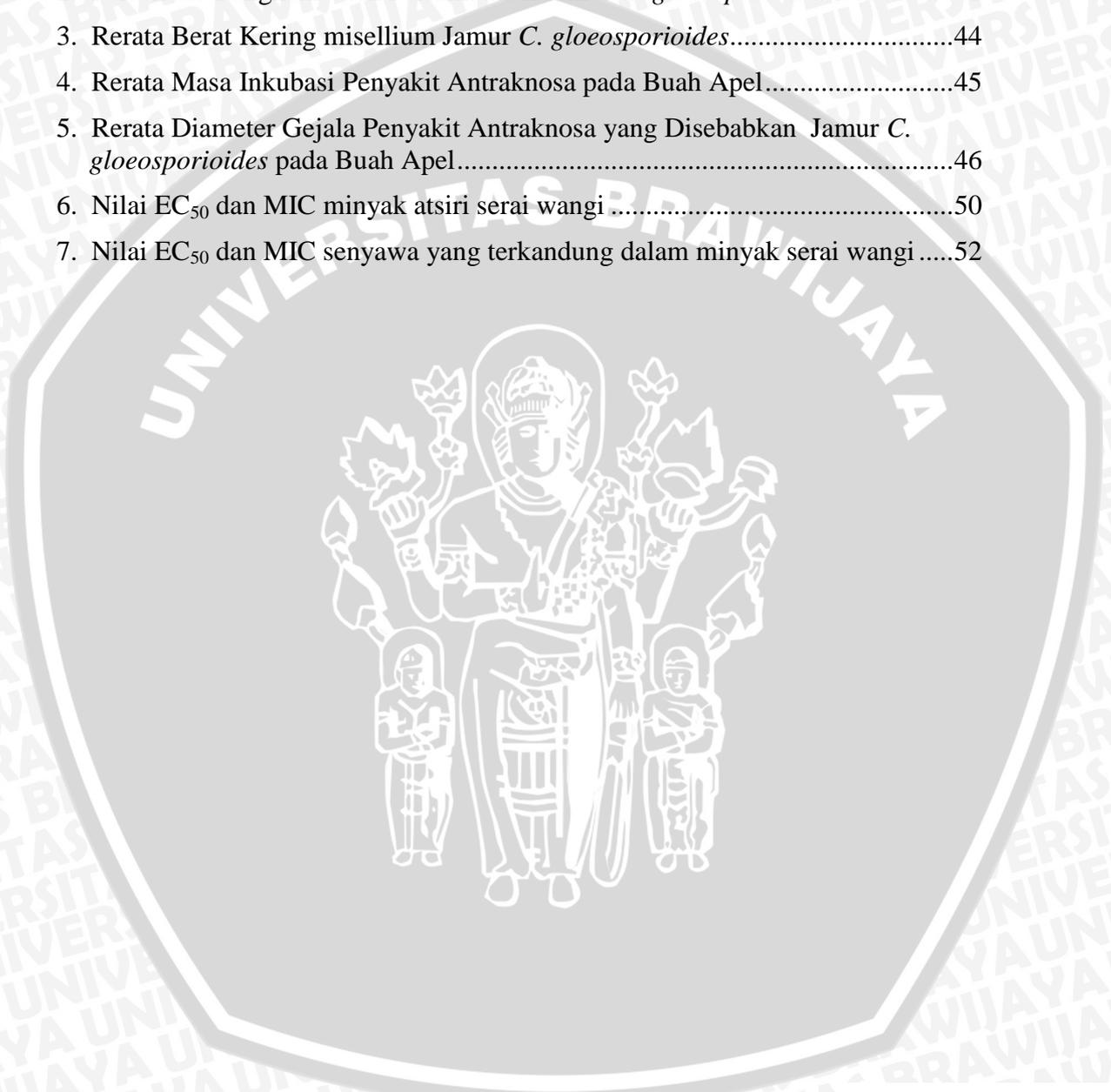
DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Hipotesis	4
1.5 Manfaat	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanaman Apel (<i>Malus sylvestris</i> Mill)	5
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Apel	5
2.1.2 Morfologi Buah Apel	5
2.1.3 Iklim yang Dikehendaki Tanaman Apel	5
2.1.4 Pasca Panen Buah Apel	6
2.1.5. Penyakit Pasca Panen Buah Apel	6
2.2 Penyebab Antraknosa Buah Apel (<i>Colletotrichum Gloeosporioides</i>)	11
2.2.1 Penyebab Penyakit	11
2.2.2 Penyebab Penyakit	11
2.2.3 Daur Hidup Penyakit	13
2.2.4 Gejala Penyakit	14
2.2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit	14
2.3 Fungisida Nabati	15
2.4 Tanaman Serai Wangi (<i>Cymbopogon winterianus</i>)	16
2.4.1 Klasifikasi Tanaman Serai Wangi	16
2.4.2 Morfologi Serai Wangi	16
2.4.3 Senyawa Kandungan Minyak Serai Wangi	17
2.4.4 Cara Kerja Bahan Aktif	20
2.4.5 Pemanfaatan Serai Wangi untuk Mengendalikan Penyakit- Penyakit Tanaman	21
2.4.6 Cara Memperoleh Fungisida Nabati	24
2.5 Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC- MS)	26
III. METODE PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu	28
3.2 Bahan dan Alat	28
3.3 Metode Penelitian	28

3.4	Persiapan Penelitian	28
3.4.1	Perbanyak Isolat Jamur <i>C. gloeosporioides</i>	28
3.4.2	Minyak Atsiri Serai Wangi	29
3.4.3	Penyiapan Buah Apel	29
3.4.4	Pembuatan Formulasi Konsentrasi Minyak Atsiri Serai Wangi	29
3.5	Pelaksanaan Penelitian	30
3.5.1	Uji Senyawa Menggunakan GC-MS	30
3.5.2	Pengujian Minyak Atsiri Serai Wangi secara <i>in vitro</i>	31
3.5.3	Pengujian Minyak Atsiri Serai Wangi secara <i>in vivo</i>	32
3.6	Parameter Pengamatan	33
3.6.1	Penghambatan Pertumbuhan Koloni <i>C. gloeosporioides</i> pada Berbagai Konsentrasi	33
3.6.2	Berat Kering (Biomassa) Miselilum <i>C. gloeosporioides</i>	34
3.6.3	Masa Inkubasi Penyakit	35
3.7	Analisis Data	35
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Komponen Minyak Atsiri Serai Wangi	36
4.2	Uji pengaruh minyak atsiri serai wangi terhadap penghambatan pertumbuhan <i>C. gloeosporioides</i> secara <i>in vitro</i>	37
4.2.1.	Diameter pertumbuhan jamur <i>C. gloeosporioides</i>	37
4.2.2.	Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jamur <i>C. gloeosporioides</i>	40
4.2.3.	Berat Kering Miselium Jamur <i>C. gloeosporioides</i>	43
4.3	Uji Pengaruh Minyak Atsiri Serai Wangi terhadap Penghambatan Gejala Penyakit Jamur <i>C. gloeosporioides</i> secara <i>in vivo</i> pada buah apel	44
4.3.1	Masa Inkubasi Jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada Buah Apel	44
4.3.2	Diameter Pertumbuhan Gejala Penyakit antraknosa yang disebabkan oleh Jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada Buah Apel	46
4.4	Pengaruh Konsentrasi Minyak Atsiri Serai Wangi (EC ₅₀ dan MIC) terhadap Penghambatan Pertumbuhan Jamur <i>C. gloeosporioides</i>	50
V.	PENUTUP	56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56
	DAFTAR PUSTAKA	57
	LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Diameter Pertumbuhan Jamur <i>C. gloeosporioides</i>	38
2.	Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jamur <i>C. gloeosporioides</i>	41
3.	Rerata Berat Kering misellium Jamur <i>C. gloeosporioides</i>	44
4.	Rerata Masa Inkubasi Penyakit Antraknosa pada Buah Apel.....	45
5.	Rerata Diameter Gejala Penyakit Antraknosa yang Disebabkan Jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada Buah Apel.....	46
6.	Nilai EC ₅₀ dan MIC minyak atsiri serai wangi	50
7.	Nilai EC ₅₀ dan MIC senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi	52



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pola V pada buah apel.....	9
2.	Penyakit Pasca Panen buah Apel.	10
3.	Kenampakan Jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> pada media PDA.....	12
4.	Jamur <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	12
5.	Daur Hidup <i>Colletotrichum</i> spp.....	13
6.	Serai wangi (<i>Cymbopogon winterianus</i>).....	17
7.	Struktur Kimia Kandungan Minyak Serai Wangi.....	18
8.	Struktur Kimia Formalin dan Sitronellal	20
9.	Satu set alat GC- MS merek Shimadzu QP 2010 S	26
10.	Cara Pengukuran Diameter Koloni Jamur pada Media PDA.	33
11.	Analisis Komponen senyawa minyak atsiri serai wangi dengan GC-MS	36
12.	Grafik Diameter Pertumbuhan Jamur <i>C. gloeosporioides</i>	39
13.	Diamater Jamur <i>C. gloeosporioides</i> secara <i>in vitro</i>	40
14.	Grafik Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jamur <i>C. gloeosporioides</i> oleh Minyak Atsiri Serai Wangi.	42
15.	Grafik Rerata Diameter Gejala Penyakit antraknosa yang disebabkan oleh Jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada Buah Apel.	47
16.	Perkembangan jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada buah apel	48
17.	Pengaruh minyak atsiri serai wangi terhadap kulit buah apel.....	49
18.	Grafik probit hubungan <i>log</i> konsentrasi minyak atsiri serai wangi dengan penghambatan jamur <i>C. gloeosporioides</i>	51
19.	Grafik probit hubungan <i>log</i> konsentrasi senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi terhadap penghambatan jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada perlakuan <i>in vitro</i>	53
20.	Grafik probit hubungan <i>log</i> konsentrasi senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi terhadap penghambatan jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada perlakuan <i>in vivo</i>	54

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Senyawa Minyak Atsiri Serai Wangi.....	64
2.	Analisi Ragam Diameter Pertumbuhan Jamur <i>C. gloeosporioides</i> secara <i>in vitro</i>	74
3.	Analisi Ragam Penghambatan Pertumbuhan Jamur <i>C. gloeosporioides</i> oleh Minyak Atsiri Serai Wangi	76
4.	Analisi Ragam Berat Kering Misellium Jamur <i>C. gloeosporioides</i>	77
5.	Analisi Ragam Diameter Gejala Jamur <i>C. gloeosporioides</i> pada Buah Apel..	77
6.	Perhitungan minyak atsiri dalam pembuatan larutan stok.....	79
7.	Perhitungan minyak atsiri dalam pembuatan PDA 1 liter.....	80
8.	Perhitungan persentase senyawa dalam konsentrasi	81
9.	EC ₅₀ minyak serai wangi secara <i>in vitro</i>	82
10.	EC ₅₀ minyak serai wangi secara <i>in vivo</i>	83
11.	Perhitungan nilai <i>Minimum inhibitory concentration</i> (MIC).....	83
12.	EC ₅₀ senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi pada perlakuan <i>in vitro</i>	85
13.	EC ₅₀ senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi pada perlakuan <i>in vivo</i>	86



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apel (*Malus sylvestris* Mill) merupakan salah satu buah yang banyak diminati oleh masyarakat di Indonesia, karena memiliki rasa yang enak dan banyak mengandung vitamin. Tanaman ini merupakan tanaman buah tahunan yang berasal dari daerah Asia Barat dengan iklim subtropis. Buah apel dapat dikembangkan untuk ekspor selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Di Indonesia apel telah ditanam sejak tahun 1934 hingga saat ini. Apel dapat tumbuh dan berbuah baik di daerah dataran tinggi yang memiliki temperatur rendah. Salah satu daerah tersebut adalah kawasan Malang provinsi Jawa Timur, dimana sentra produksinya terletak di Kota Batu dan Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang.

Salah satu kendala dalam budidaya tanaman apel adalah adanya serangan patogen *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. penyebab penyakit antraknosa pada buah apel (Semangun,1994). Patogen ini terutama muncul pada periode pasca panen meskipun serangan sudah dimulai sejak di lapangan atau periode prapanen. Serangan utama patogen penyakit antraknosa adalah bagian tanaman yang bernilai ekonomis yaitu pada buah. Penyakit ini berakibat pada penurunan kualitas buah. Jamur *C. gloeosporioides* dikenal bersifat polifag. Serangan pada buah ditandai dengan adanya bercak coklat atau hitam, agak cekung kedalam. Bercak mulanya berukuran kecil dan dapat bersatu dengan bercak lainnya sehingga dapat berukuran lebih besar.

Jamur menginfeksi hanya terbatas pada bagian luar daging buah dan biasanya tidak masuk hingga ke daerah biji. Jamur tumbuh subur dalam keadaan kelembapan tinggi dan suhu rendah seperti musim penghujan. Infeksi yang terjadi di kebun menjelang buah dipetik dapat berkembang terus selama buah diangkut dan disimpan sebagai penyakit pasca panen (Semangun, 1994).

Serangan jamur *C. gloeosporioides* akan mempengaruhi daya simpan buah apel pada saat pasca panen. Pencelupan buah apel dengan air panas 55°C atau ditambahkan dengan Benomyl 0,5 gr/L air selama 5 menit dapat menekan perkembangan penyakit dalam penyimpanan (Soelarso,1996). Pemberian

fungisida berbahan aktif Benomyl dengan konsentrasi 1000 $\mu\text{m}/\text{ml}$ dapat menekan koloni *C. gloeosporioides* hingga 100% secara *in vitro* pada media PDA (Peres *et al*, 2004). IC_{50} benomyl dalam menekan jamur *C. gloeosporioides* yaitu 134.06 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (Joshi *et al*, 2013). Namun diketahui benomyl bersifat mutagenic agent (penyebab mutasi genetik) serta menyebabkan alergi dan iritasi pada manusia apabila terjadi kontak langsung seperti termakan dan terhirup dan mengenai kulit (Saenong, 2007). Letal dosis (LD_{50}) benomyl bagi manusia belum diketahui tetapi LD_{50} benomyl bagi *rat* telah diketahui yaitu lebih dari 10.000 mg/kg (Kaloyanova dan El Batawi, 1991).

Perlu dilakukan suatu alternatif pengendalian penyakit tanaman yang murah, praktis, dan relatif aman terhadap lingkungan untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan pengaruh buruk terhadap kesehatan manusia akibat pestisida kimia. Salah satu alternatif tersebut adalah penggunaan fungisida nabati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Penggunaan fungisida nabati selain dapat menghambat perkembangan penyakit juga aman bagi konsumen dan lingkungan karena mudah terurai dan tidak meninggalkan residu pada produk pertanian (Sudarmo, 2005). Indonesia memiliki banyak tumbuhan yang berpotensi sebagai fungisida nabati. Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai fungisida nabati adalah serai wangi (*Cymbopogon winterianus*) karena mengandung senyawa antifungi (Kalemba dan Kunicka, 2003).

Tanaman serai wangi dibudidayakan di Indonesia untuk diambil minyaknya, karena merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri. Minyak atsiri daun serai wangi mengandung senyawa sitronellal, sitronellol, geraniol dan linalool. Senyawa geraniol dan sitronellal yang terkandung di dalam minyak atsiri serai wangi dapat berfungsi sebagai fungisida nabati. Senyawa sitronellal dan linalool merupakan senyawa monoterpen dengan sifat antifungal yang tinggi (Nakahara dkk, 2003).

Hasil penelitian Istianto dan Eliza (2009) minyak atsiri serai wangi dapat menghambat pertumbuhan pathogen *Colletotrichum musae* penyebab penyakit antraknosa pada buah pisang pasca panen hingga 62-64% secara *in vitro*. Martinius *et al* (2010) juga menunjukkan bahwa air rebusan daun serai wangi konsentrasi 4% efektif dalam menekan jamur *C. gloeosporioides* penyebab

penyakit antraknosa pada papaya secara *in vitro*. Karangan (2004) menyatakan bahwa menggunakan minyak serai wangi 0,2% mampu menurunkan tingkat kontaminasi *Colletotrichum capsici* pada benih cabai merah.

Selain mampu menekan pertumbuhan patogen, minyak atsiri serai wangi ini juga aman bagi manusia karena belum dikabarkan adanya efek samping jangka panjang bagi kesehatan manusia. Tetapi minyak atsiri serai wangi bila termakan oleh *rat* dapat menyebabkan karsinogenik dengan LD₅₀ lebih dari 5000 mg/kg (Natural Sourcing, 2010).

Fakta-fakta diatas menunjukkan bahwa penggunaan minyak atsiri serai wangi mengandung senyawa aktif yang berpotensi menekan pertumbuhan patogen tanaman secara efektif, efisien dan aman bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu penelitian ini mengenai minyak atsiri serai wangi sebagai fungisida nabati terhadap penyakit antraknosa buah apel *C. gloeosporioides* pada berbagai konsentrasi perlu dilakukan untuk mengetahui konsentrasi yang tepat dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan jamur *C.gloeosporioides*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan dapat diuraikan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Senyawa apa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi.
2. Apakah minyak atsiri serai wangi dapat digunakan untuk menekan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa buah apel secara *in vitro* dan *in vivo*.
3. Berapa konsentrasi minyak atsiri serai wangi yang efektif (EC₅₀) untuk menekan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* sebagai penyebab penyakit Antraknosa pada buah apel.

1.3 Tujuan

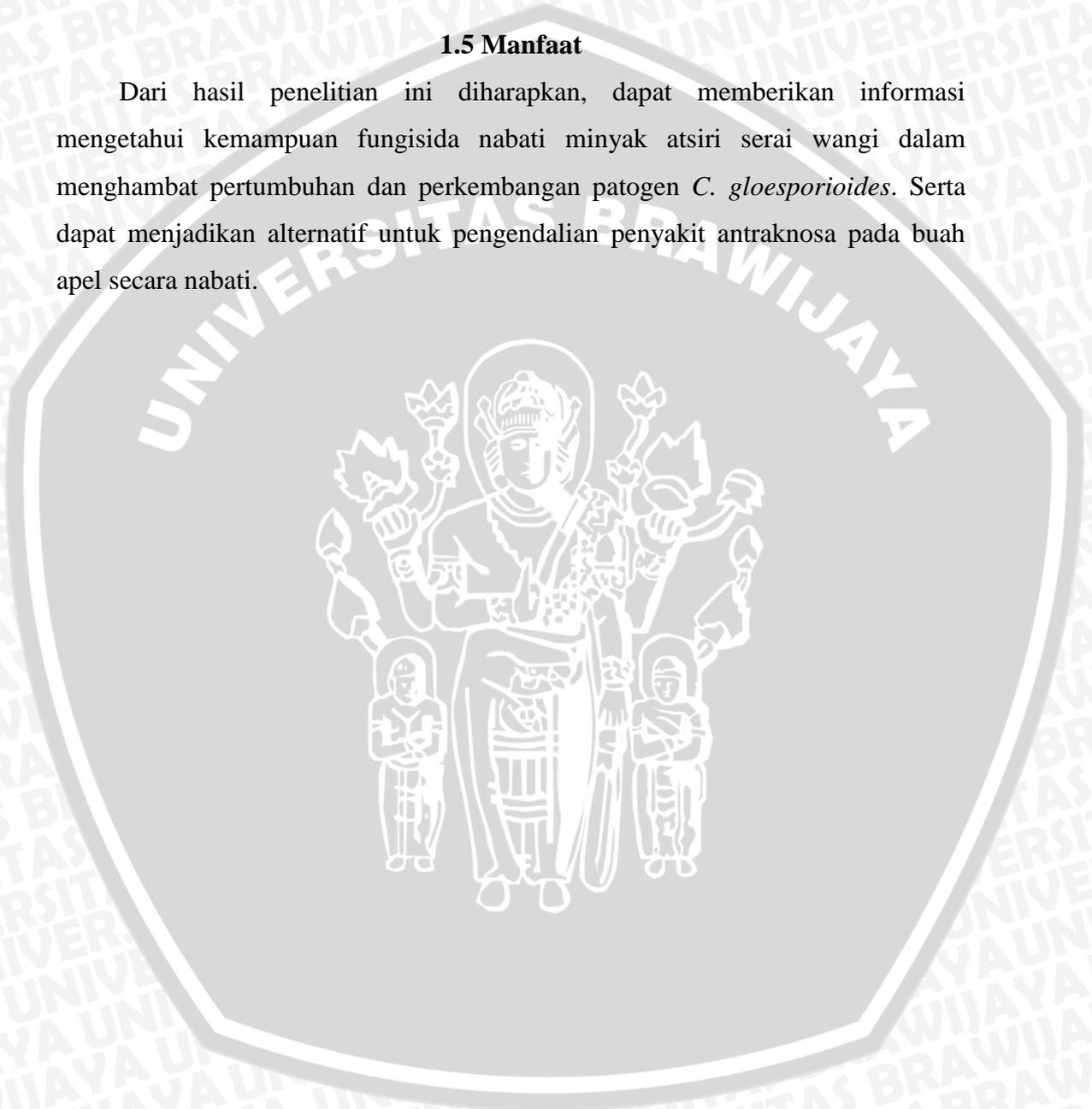
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui senyawa apa saja yang terkandung didalam minyak atsiri serai wangi serta kemampuan minyak atsiri serai wangi dalam menghambat pertumbuhan patogen *C. gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa pada buah apel.

1.4 Hipotesis

Pemberian fungisida nabati minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi tertentu dapat menghambat pertumbuhan patogen *C. gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa pada buah apel.

1.5 Manfaat

Dari hasil penelitian ini diharapkan, dapat memberikan informasi mengetahui kemampuan fungisida nabati minyak atsiri serai wangi dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen *C. gloeosporioides*. Serta dapat menjadikan alternatif untuk pengendalian penyakit antraknosa pada buah apel secara nabati.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Apel (*Malus sylvestris* Mill)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Apel

Tanaman apel banyak dibudidayakan di Indonesia. Klasifikasi tanaman apel menurut Soelarso (1996) yaitu:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rosales
Famili	: Rosaceae
Genus	: Malus
Spesies	: <i>Malus sylvestris</i> Mill.

2.1.2 Morfologi Buah Apel

Buah apel mempunyai bentuk bulat sampai lonjong bagian pucuk buah berlekuk-lekuk dangkal, kulit agak kasar dan tebal, pori-pori buah kasar, renggang tetapi setelah tua menjadi halus dan mengkilat. Warna buah hijau kemerah-merahan, hijau kekuning-kuningan, hijau berbintik-bintik, merah tua dan sebagainya sesuai dengan varietasnya. Bentuk biji buah apel beranekaragam ada yang berbentuk panjang dengan ujung meruncing, ada yang berbentuk bulat berujung tumpul, ada pula yang bentuknya antara bentuk pertama dan kedua (Soelarso,1996).

2.1.3 Iklim yang Dikehendaki Tanaman Apel

Tanaman apel akan tumbuh dan menghasilkan buah yang baik pada lahan dengan ketinggian 700 - 1.200 meter dari permukaan air laut (mdpl). Sedang ketinggian yang paling ideal/baik pada 1.000 - 1.200 mdpl. Lahan untuk pertumbuhan tanaman apel yang baik pada daerah yang memiliki curah hujan antara 1.600 - 2.600 mili meter per tahun, dengan hari hujan antara 110 -150 hari per tahun. Selain itu jumlah bulan basah 6 - 7 bulan dan bulan kering 3 - 4 bulan.

Curah hujan yang berlebihan dapat mengakibatkan gugurnya bunga dan buah muda.

Tanaman apel tropis akan tumbuh baik pada lahan yang memiliki suhu udara antara 16 - 25 °C dan kelembaban udara antara 75 - 85% serta mendapat penyinaran matahari lebih dari 50% setiap hari. Tanaman ini tumbuh baik di lahan yang berada pada lintang 7°50' hingga 10° lintang selatan. Tanaman apel dapat tumbuh dengan baik di Kabupaten Malang (Batu dan Poncokusumo) dan Kabupaten Pasuruan (Nongkojajar) Provinsi Jawa Timur. Wilayah ini berada di antara 7°50' hingga 8° lintang selatan (Astuti,2014).

2.1.4 Pasca Panen Buah Apel

Penentuan waktu panen yang tidak tepat akan cukup berpengaruh pada hasil yang diharapkan, buah yang sudah cukup tua biasanya berumur sekitar 4 - 5 bulan sejak terjadinya pembungaan.

Ciri – ciri buah apel yang menonjol dalam masa panen adalah :

- a. Warna kulit jenis apel hijau akan berubah dari hijau tua menjadi hijau muda.
- b. Aroma apel sudah jelas tercium berarti buah sudah terlalu masak, buah yang baik untuk di panen bila aromanya belum jelas tercium.
- c. Tangkai buah agak kering sehingga buah akan mudah lepas bila di petik.
- d. Ujung buah bekas kelopak bunganya agak renggang.

Buah apel yang telah masak dipetik secara langsung dengan tangan, tangkai buah harus disertakan pada buah agar buah lebih tahan lama saat pemetikan di usahakan agar buah jangan sampai jatuh ke tanah, karena buah akan lecet sehingga menyebabkan penampilannya tidak baik dan mudah busuk (Soelarso,1996).

2.1.5. Penyakit Pasca Panen Buah Apel

a. Busuk buah Phytophthora

Penyakit busuk ini disebabkan oleh jamur *Phytophthora cactorum* yang menyebabkan buah membusuk pada saat penyimpanan. Oomycete ini mampu menginfeksi banyak tanaman budidaya sehingga membatasi produksi tanaman tersebut seperti apel, pir, rhododendron, azalea, dan strawberry (Rivard, 2007). *P.*

cactorum dapat menyebabkan akar, batang, dan ranting tanaman membusuk, serta menginfeksi daun dan buah. Jamur ini dapat berasal dari dalam tanah atau air irigasi. Penginfeksian penyakit ini berasal dari akar dan menyebar keseluruhan bagian tanaman karena menyebabkan terganggunya seluruh proses metabolisme tanaman.

Menurut Semangun (1994) jamur ini telah menginfeksi buah apel sejak masih berada kebun dan dapat menyebabkan seluruh buah membusuk di pohon bila infeksi telah lama. Buah yang paling banyak terinfeksi adalah buah yang rontok karena angin dan buah-buah yang berada didekat permukaan tanah.

Buah yang terserang jamur ini memiliki bercak-bercak tidak teratur. Gejala awal gejala muncul lingkaran kecil berwarna coklat melingkar seperempat bagian buah atau dapat menutupi sebagian besar permukaan buah tergantung pada seberapa lama buah terinfeksi. Daging buah yang sakit berwarna coklat pucat atau coklat muda. Biasanya berkas-berkas pembuluh dan serat-serat berwarna coklat tua. Pada stadium lanjut bagian yang sakit menjadi bunga karang, pucat, berair (Semangun, 1994). Dalam kondisi lembab permukaan buah yang terserang dapat ditutupi semacam kapas berwarna putih. Kapas putih tersebut merupakan massa benang jamur yang dikenal sebagai hifa.

b. Bercak cacar atau *blister spot*

Bercak cacar atau *blister spot* disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas syringae* var. *papulans* (Rose). Penyakit ini merupakan masalah utama pada kultivar apel Mutsu. Ketika apel Mutsu ditanaman berdekatan dengan kultivar apel yang tahan lainnya yaitu Red Delicious, Cortland, dan lain-lain, maka apel tersebut juga terserang patogen (Dhanvanteri, 1969). Infeksi bakteri ini telah terjadi pada saat di kebun. Infeksi *blister spot* yang terlihat dua sampai tiga bulan pertama setelah jatuhnya kelopak kecil, hijau, lecet direndam air, mengangkat yang berkembang pada stomata buah. Bintik-bintik ini menghasilkan luka hitam keunguan terkait dengan lentisel buah. Semakin tua umur buah maka luka juga akan meluas sekitar 3/16 inci (5 mm) dan menjadi gelap (Van Der Zwet *et al*, 2009).

Hasil infeksi yang parah pada buah menyebabkan buah jelek dan sangat mengurangi kualitas pasar (Van Der Zwet *et al*, 2009) sehingga dapat

menurunkan harga buah, karena pada buah terjadi cacar-cacar coklat muda, agak menonjol pada permukaan buah. Bercak tidak membesar, tetapi warnanya akan menjadi lebih tua bila buah matang (Semangun, 1994).

Sebelum berkembangnya strain streptomisin anti bakteri, penyakit ini dapat dikendalikan dengan tiga semprotan antibiotik tepat waktu, yang pertama kali diterapkan paling lambat 2 minggu setelah setelah jatuh kelopak, dan kemudian diterapkan setiap minggu. Kegiatan ini masih dilakukan di kebun tanpa strain resisten, namun strain yang resisten dapat berkembang setelah hanya beberapa tahun penggunaan antibiotik. Semakin resistensi terhadap antibiotik berkembang, penggunaan lebih lanjut dari antibiotik tidak efektif (Van Der Zwet *et al*, 2009). Penanaman varietas tahan juga dapat menekan pertumbuhan bakteri *P. syringae*. Menurut Omafra (2011) varietas “Shizuka” memiliki penampilan dan kualitas yang sama dengan buah apel “Mutsu” tetapi jauh lebih tahan terhadap blister spot dan merupakan varietas alternatif untuk ditanam di kebun yang telah endemik *blister spot*. Apabila persebaran *blister spot* di kebun tidak dapat dikendalikan, manajemen pengolahan yang tepat dapat meminimalkan kerusakan buah setiap tahun. Tingkat kerusakan bisa menurun dalam beberapa tahun karena kondisi cuaca yang tidak menguntungkan bagi penyebar dan perkembangan penyakit.

c. Busuk pahit atau *bitter rot*

Busuk pahit buah apel, yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum gloeosporioides* dan stadium sempurnanya disebut *Glomerella cingulata* (Soelarso, 1996 dan Babadoost, 2005) adalah penyakit umum dan luas yang menyerang buah apel di hampir seluruh negara penghasil apel. Busuk pahit memiliki potensi untuk menjadi yang paling merusak. Penyakit ini tumbuh baik di daerah-daerah yang hangat.

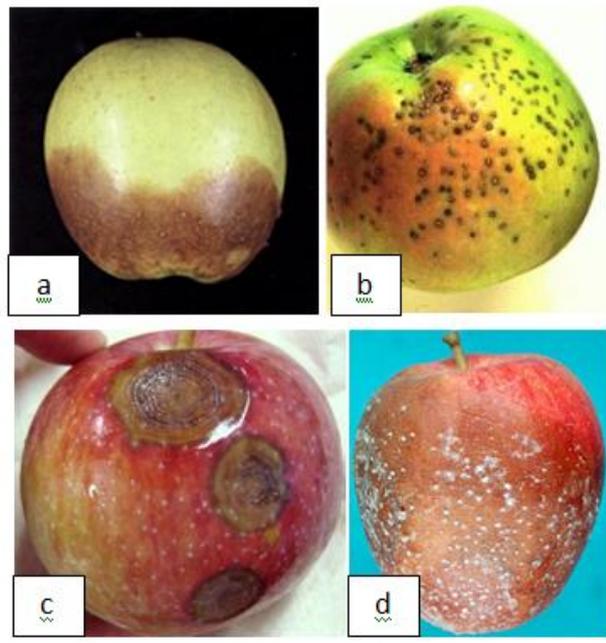
Gejala busuk buah berbeda-beda tergantung pada apakah infeksi diawali oleh spora dari jenis perithecial, yang menghasilkan askospora dan konidia, atau jenis konidia, yang hanya menghasilkan konidia. Gejala awal disebabkan oleh kedua jenis tersebut (Babadoost, 2005 dan Ellis, 2008). Buah terinfeksi sejak muda dan akan muncul bintik-bintik abu-abu-coklat kecil, yang biasanya tidak berkembang lebih lanjut sampai buah mulai matang. Infeksi buah terjadi satu bulan setelah

jatuhnya kelopak bunga. Luka semula kecil, warna kulit buah berubah menjadi coklat muda. Bagian luka ini akan melebar dan pusatnya mengendap, sehingga mirip dengan kerucut atau sedikit cekung membentuk pola V, berwarna coklat muda sampai coklat tua (Gambar1). Luka dikelilingi oleh lingkaran merah pada saat buah telah matang (Soelarso,1996; Babadoost, 2005; dan Ellis, 2008)



Gambar 1. Pola V pada buah apel yang terinfeksi jamur *Colletotrichum gloeosporioides* (Ellis, 2008).

Pengendalian buah yang telah terinfeksi sangat parah dilapang dengan cara dibuang dan dibakar. Mengendalikan penyakit dengan cara disemprot dengan pestisida kimia seperti Captan, Mancozeb, atau Topsin M. Menurut penelitian Biggs (1999) pemberian larutan kalsium klorida dan kalsium propionate dengan cara disemprotkan mampu menghambat pertumbuhan jamur sebesar 41 dan 50 % dibandingkan dengan kontrol. Percobaan ini menunjukkan bahwa garam kalsium memiliki aktivitas penekan terhadap penyakit busuk pahit dan dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian. Pengendalian busuk pahit dipenyimpanan dengan larutan trinitrium fosfat 2% (Semangun,1994) atau pencelupan dengan benomyl 0,5 gr/liter air (Soelarso,1996).



Gambar 2. Penyakit Pasca Panen buah Apel. a. Busuk buah *Phytophthora*; b. Bercak cacar atau *blister spot*; c. Busuk pahit atau *bitter rot*; d. *Gray Mold*. (Sumber: Xiao *et al*, 2008)

d. *Gray Mold*

Jamur abu-abu adalah penyakit pascapanen yang umum terjadi pada apel di seluruh dunia. Penyakit ini disebabkan oleh *Botrytis cinerea* Pers. Teleomorph *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel. Miselium *B. cinerea* tumbuh pada suhu serendah -2°C , sedangkan konidia dapat berkecambah pada 0°C . Penyakit ini dapat menyebabkan kerugian yang signifikan pada kedua apel dan pir selama penyimpanan. Kerugian setinggi 20-60 % karena jamur ini mudah tumbuh dan berkembang pada periode penyimpanan, terutama pada buah yang tidak diperlakukan dengan fungisida sebelum penyimpanan, karena jamur ini memiliki kemampuan untuk menyebar dari buah yang telah busuk ke buah yang masih sehat dengan cara kontak selama penyimpanan (Anonym^b, 2005). Selain itu menurut Xiao *et al* (2008) tusukan dan memar yang terjadi pada saat proses pemanenan dan penanganan pasca panen dapat menyebabkan terjadi penyakit. Infeksi penyakit yang telah terjadi cukup lama menyebabkan jaringan sakit tidak dapat dibedakan dengan jaringan yang sehat, buah menjadi lunak seperti busuk, kelembapan yang relative tinggi menyebabkan munculnya spora keabu-abuan atau

miselium keabu-abuan muncul dipermukaan daerah yang membusuk (Zangoei *et al*, 2014).

Fungisida diterapkan sebagai cara pengendalian jamur *B. cinerea* dengan cara membasahi seluruh permukaan buah sebelum atau setelah penyimpanan dingin. Metode ini efektif untuk mengendalikan jamur abu-abu, terutama bagi buah yang berasal dari infeksi luka. Pada tahun 2004 terdapat dua fungisida pascapanen baru yaitu Penbotec (pyrimethanil) dan Scholar (fludioxonil) yang terdaftar sebagai pengendalian pasca panen untuk pengendalian penyakit pascapanen buah-buahan *pome* di Amerika Serikat (Sommer,1985). Kedua fungisida dapat diaplikasikan dengan cara perendaman atau penyemprotan. Telah terbukti bahwa kedua fungisida digunakan sebagai pengendalian yang efektif untuk mengendalikan jamur abu-abu dari infeksi luka.

2.2 Penyebab Antraknosa Buah Apel (*Colletotrichum Gloeosporioides*)

2.2.1 Penyebab Penyakit

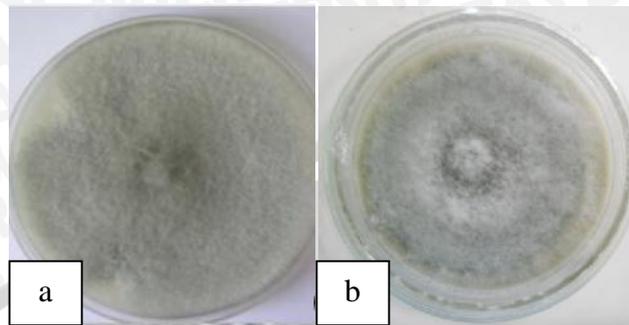
Penyakit antraknosa pada buah apel disebabkan oleh jamur pathogen *Colletotrichum gloeosporioides*. Menurut Clement dan Shear (1957) jamur *C. gloeosporioides* dapat diklasifikasikan sebagai berikut yaitu:

Kingdom	: Myceteae
Divisio	: Amastigomycota
Class	: Deuteromycetes
Ordo	: Melanconiales
Famili	: Melanconiaceae
Genus	: <i>Colletotrichum</i>
Species	: <i>C. gloeosporioides</i> Penz. Sacc

2.2.2 Penyebab Penyakit

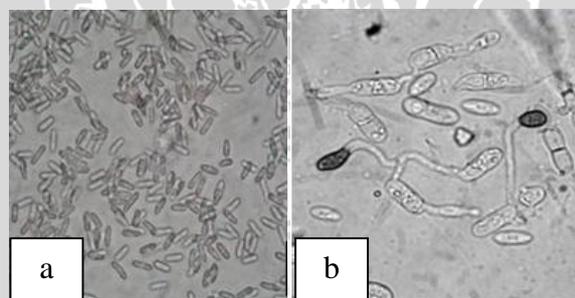
Penyakit antraknosa disebabkan oleh jamur *Colletotrichum Gloeosporioides* Penz., yang juga disebut sebagai *Glomerella cingulata* (Ston). Diberbagai tempat jamur ini disebut dengan nama-nama lain, yang mungkin tidak berbeda dengan *Glomerella cingulata* yaitu *Glomerella psidii* (Del) Sheld., *Gloeosporium psidii*

(Del.), *Gloeosporium fructigenum* Berk., *Colletotrichum psidii* Curzi (Semangun,1994).



Gambar 3. Kenampakan Jamur *Colletotrichum gloeosporioides* pada media PDA;a. literatur (Zivkovic *et al*,2010); b. dokumen pribadi.

Kenampakan makroskopis pada media PDA jamur *C. Gloeosporioides* berwarna putih keabu-abuan dapat dilihat pada gambar 3. Sedangkan kenampakan secara mikroskopis *C. Gloeosporioides* mempunyai hifa bersepta, warna hialin yang kemudian berubah menjadi gelap. Aservulus banyak terbentuk pada bagian tanaman sakit kecuali pada buah. Konidium berbentuk jorong atau bulat telur dengan bagian ujung membulat, tidak bersepta dengan warna hialin. (Zivkovic *et al*,2010).



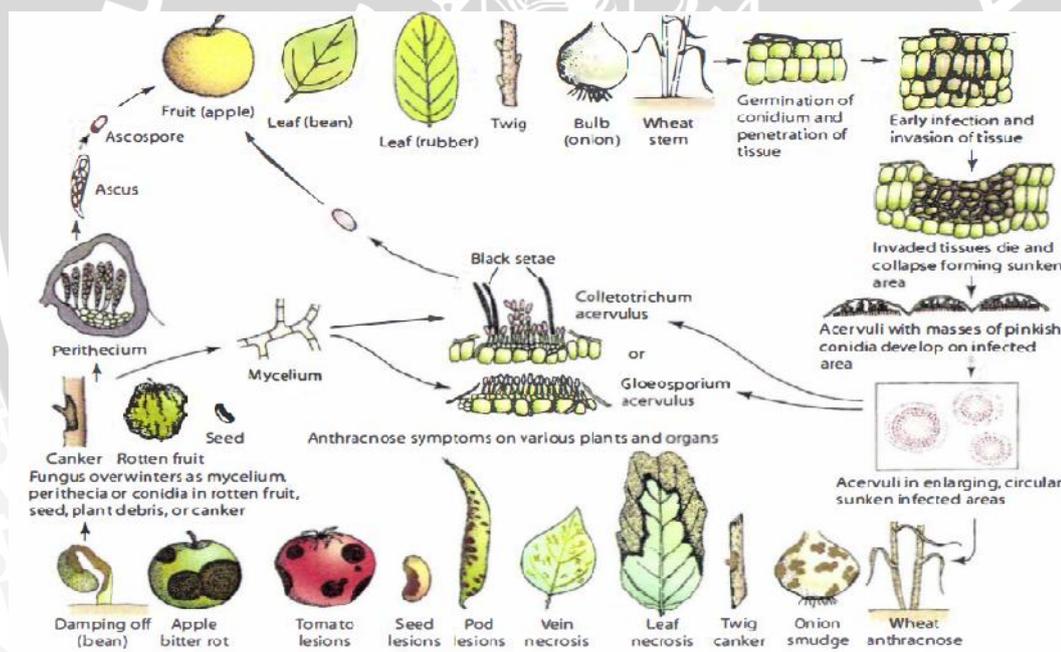
Gambar 4. Jamur *Colletotrichum gloeosporioides*; a. Conidia *C. gloeosporioides* (perbesaran mikroskop 600x); b. Appressoria *C.gloeosporioides* (perbesaran mikroskop 1000x) (Zivkovic *et al*,2010).

C. Gloeosporioides umumnya mempunyai konidium hialin berbentuk silinder dengan ujung-ujung tumpul, biasanya berbentuk agak jorong dengan ujung agak membulat dengan pangkal yang agak sempit terpancung, tidak bersekat, berinti satu, panjang 9-24 x 3-6 μm , terbentuk pada konidiofor seperti fialid berbentuk silinder, hialin berwarna agak kecokelatan. Konidia terbentuk

tunggal pada ujung-ujung konidiofor, konidiofor pendek, tidak berwarna, tidak bercabang, dan tidak bersekat (Semangun,2000).

2.2.3 Daur Hidup Penyakit

Jamur *C. gloeosporioides* adalah jamur polifag, yang dapat menginfeksi berbagai macam tumbuhan, sehingga sumber infeksi selalu ada. Pada bagian yang sakit dalam cuaca lembab dan teduh jamur membentuk spora (konidium) dalam jumlah yang besar. Spora keluar dari aservulus seperti massa lendir berwarna merah jambu. Spora ini terutama dipencarkan oleh percikan air dan serangga (Semangun,1994). Infeksi pada buah dapat terjadi melalui inti sel pada buah yang matang dan pori-pori pada buah yang masih hijau. Keadaan cuaca yang sangat lembab sangat cocok untuk pembentukan spora dan terjadinya infeksi. Patogen tidak tumbuh pada kelembaban kurang dari 95%.



Gambar 5. Daur Hidup *Colletotrichum* spp (Anonym^a,2014).

Semangun (2000) mengatakan bahwa Jamur *Colletotrichum* sp menghasilkan konidia dalam jumlah banyak. Konidia terbentuk pada permukaan bercak pada bagian tanaman yang terinfeksi dan konidia tersebut mudah lepas apabila ditiup angin atau bila terkena percikan air. Konidia sangat ringan dan dapat menyebar luas dalam waktu yang singkat. Konidium membentuk buluh

kecambah yang membentuk apresorium pada ujungnya. Penetrasi terjadi langsung dengan menembus kutikula, merusak dinding sel dan benang-benang jamur berkembang di dalam dan diantara sel-sel. Mula-mula kloroplas rusak dan diikuti dengan rusaknya mitokondria, selama proses infeksi patogen melepaskan enzim poligalakturonase, selulase dan toksin (Semangun 2000).

2.2.4 Gejala Penyakit

Jamur dapat menginfeksi buah yang masih mentah dan dapat tinggal dorman selama 3 bulan. Jamur ini baru aktif dan menyebabkan pembusukan pada waktu buah mulai matang. Gejala yang sangat khas adalah timbulnya bercak-bercak kecil, sebesar kepala jamur pada buah mentah. Bercak ini membesar sedikit demi sedikit membentuk bercak bulat dengan pusat mengendap, seperti kepundan, berwarna coklat tua sampai hitam. Dipusat bercak ini dapat terbentuk jaringan jamur yang kecil berwarna hitam. Bercak-bercak pada buah ini dapat menjadi satu sehingga membentuk bercak yang lebih besar. Bagian buah mentah yang terinfeksi menjadi keras dan bergabus. Kudis atau gejala tipe kanker dapat timbul pada buah yang mentah maupun yang masak.

Jamur hanya terbatas pada bagian luar daging buah dan biasanya tidak masuk hingga kedaerah biji. Jamur tumbuh subur dalam keadaan kelembapan tinggi dan suhu rendah seperti musim penghujan. Infeksi yang terjadi dikebun menjelang buah dipetik dapat berkembang terus dapat berkembang terus selama buah diangkat dan disimpan sebagai penyakit pasca panen (Semangun,1994).

2.2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyakit

Penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* tumbuh subur dalam keadaan kelembapan tinggi dan suhu rendah seperti musim penghujan. Spora ini terutama disebarkan oleh percikan air dan serangga. Spora juga dapat menyebar lewat angin, alat pertanian, dan bertahan dalam sisa tanaman sakit (Semangun, 1994). Apel rome beauty mempunyai ketahanan yang lebih tinggi terhadap jamur dibanding dengan manalagi, karena rome beauty mempunyai kandungan fruktosa dan sukrosa yang lebih rendah.

2.3 Fungisida Nabati

Secara umum pestisida nabati diartikan sebagai suatu pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan atau bagian tumbuhan seperti akar, daun, batang atau buah. Pestisida nabati relatif mudah dibuat karena terbuat dari bahan alami atau nabati, maka jenis pestisida ini bersifat mudah terurai di alam sehingga tidak mencemar lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan ternak peliharaan karena residunya mudah hilang. Menurut Kardinan (2011) bahwa penggunaan biopestisida, khususnya pestisida nabati merupakan kearifan lokal bangsa Indonesia. Pemanfaatan pestisida nabati mendapat perhatian penting seiring dengan munculnya dampak negatif penggunaan pestisida sintetis terhadap kesehatan dan lingkungan.

Menurut Sudarmo (2005) fungisida nabati adalah zat yang berasal atau terdapat pada tanaman atau tumbuhan yang dapat mematikan atau menghambat pertumbuhan jamur. Penggunaan fungisida nabati selain dapat menghambat perkembangan penyakit juga aman bagi konsumen dan lingkungan karena mudah terurai dan tidak meninggalkan residu pada produk pertanian.

Kardinan (2004) mengatakan bahwa fungisida nabati memiliki banyak kelebihan yaitu bahan dasar mudah didapat, praktis dalam aplikasi, dan hasil relatif cepat terlihat. Selain itu, pestisida berbahan dasar nabati mudah dimasyakatkan karena mudah terurai oleh alam dan relatif tidak berbahaya bagi manusia dan tidak menimbulkan residu bagi tanaman sehingga aman digunakan.

Terdapat banyak tumbuhan yang dapat digunakan sebagai fungisida nabati antara lain tapak liman, mimba, sirih, dan seraiwangi dan masih banyak lainnya. Tumbuhan tersebut mengandung senyawa kimia seperti minyak atsiri dan dapat berperan sebagai antibakteri dan antifungi (Kalemba dan Kunicka, 2003).

Pembuatan bahan fungisida nabati dapat dilakukan beberapa teknik, yaitu penggerusan, penumbukan, pembakaran, atau pengepresan untuk menghasilkan produk berupa tepung, abu, atau pasta, rendaman untuk produk ekstrak dan ekstraksi dengan menggunakan bahan kimia pelarut disertai perlakuan khusus oleh tenaga yang terampil dan dengan peralatan khusus (Kardinan, 2004).

2.4 Tanaman Serai Wangi (*Cymbopogon winterianus*)

2.4.1 Klasifikasi Tanaman Serai Wangi.

Tanaman serai wangi termasuk tanaman yang dibudidayakan. Genus dari rumput-rumputan ini meliputi hampir 80 jenis atau spesies, yang penting diantaranya *Cymbopogon nardus* dan *Cymbopogon winterianus*.

Klasifikasi serai wangi menurut Sukamto *et al* (2011) yaitu

Kingdom : Plantae
Divisi : Anthophyta
Phylum : Angiospermae
Kelas : Monocotyledonae
Family : Glumiflorae
Genus : Cymbopogon
Species : *Cymbopogon winterianus*.

2.4.2 Morfologi Serai Wangi

Serai wangi termasuk tanaman family Glumiflorae yang merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri. Tanaman Seraiwangi dibudidayakan untuk diambil minyaknya melalui proses penyulingan daunnya. Selama ini di Indonesia telah dikenal dua jenis tanaman serai wangi yaitu Mahapengiri (*Cymbopogon winterianus*) dan Lenabatu (*Cymbopogon nardus*). Tanaman serai wangi dapat tumbuh mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 1.200 m dpl dengan ketinggian optimum pada 250 m dpl dan sangat cocok ditanam di tempat terbuka (tidak terlindung) dengan kisaran intensitas cahaya antara 75-100% (Sukamto *et al*, 2011).

Daun serai wangi, memiliki susunan daun yang tunggal dan tidak lengkap. Hanya memiliki helaian dan pelepah daun saja. Tata letak daun serai wangi berbentuk roset akar, yaitu dimana batang tanaman tersebut sangat pendek, sehingga semua daun saling berdesakan di atas tanah.

Serai wangi juga memiliki bangun daun berbentuk pita. Bangun bentuk pita ini merupakan bentuk daun yang panjang, dan biasanya dijumpai pada jenis rumput-rumputan (*Gramineae*). Warna daun serai wangi ada beberapa yaitu, hijau tua, hijau muda dan hijau kekuningan.



Gambar 6. Tanaman serai wangi (*Cymbopogon winterianus*); a. Sebelum dipanen; b. Setelah dipanen

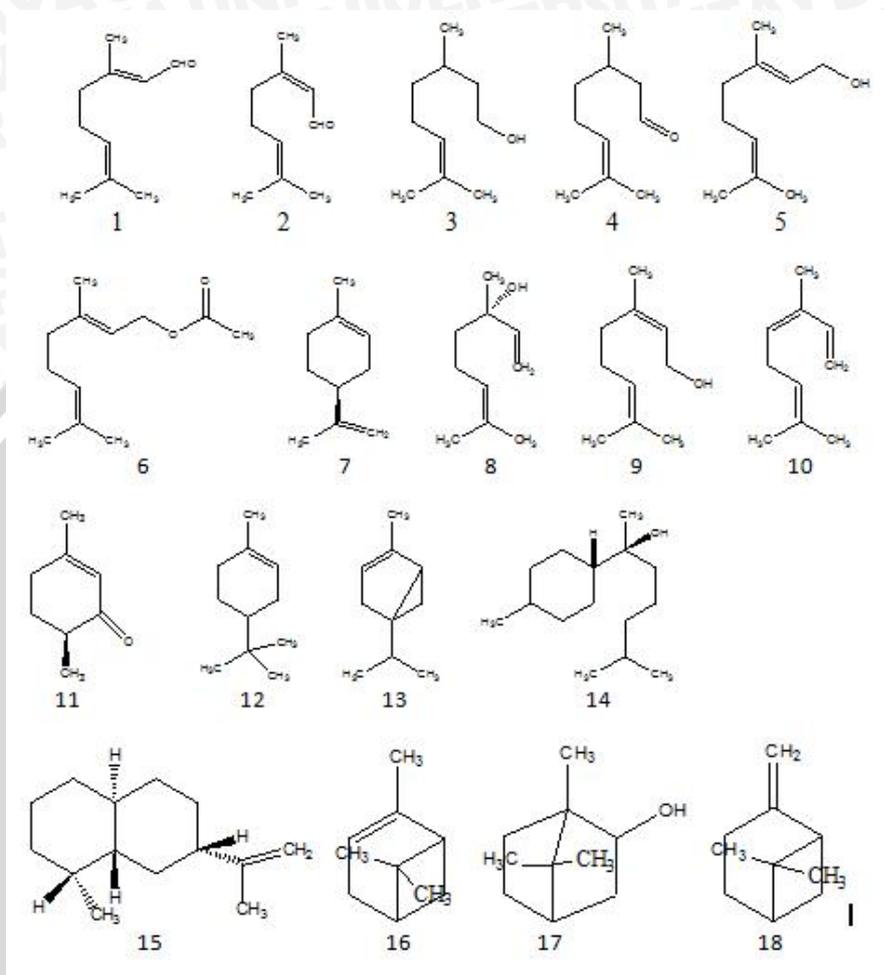
Serai wangi memiliki bentuk ujung daun meruncing, tetapi bentuk pangkal daun berbeda-beda antara rumpun yang satu dengan yang lainnya. Mulai dari tumpul, agak runcing, sampai runcing. Bentuk tepi daun serai wangi semuanya bergerigi (*serratus*) dengan ketajaman yang berbeda-beda. Ada yang tepinya tidak terlalu tajam hingga sangat tajam (Djoar, 2011).

2.4.3 Senyawa Kandungan Minyak Serai Wangi

Hasil penyulingan daun serai wangi, diperoleh minyak seraiwangi yang dalam dunia perdagangan dikenal dengan nama “Citronella oil”. Dalam dunia perdagangan minyak seraiwangi Indonesia dipasarkan dunia terkenal dengan nama “*Citronella Oil of Java*”. Menurut Sukamto *et al.* (2011) minyak serai wangi mengandung senyawa sitronellal, geraniol, sitronellol, geranyl asetat dan sitronellal asetat, sedangkan menurut Ganjewala (2009) minyak atsiri serai wangi mengandung citral, geraniol, sitronellol, sitronellal, linalool, elemol, 1,8-cineole, limonene, geraniol, -caryophyllene, methyl heptenone, geranyl acetate and geranyl. Dua senyawa penting yang menjadi standar mutu minyak seraiwangi adalah sitronellal dan geraniol yang merupakan bahan dasar pembuatan ester untuk parfum, kosmetik.

Komponen utama minyak seraiwangi adalah sitronellal ($C_{10}H_{16}O$) dan geraniol ($C_{10}H_{18}O$) yang masing-masing mempunyai aroma yang khas dan melebihi keharuman minyak serai sendiri. Minyak atsiri dari seraiwangi juga

banyak digunakan sebagai insektisida, nematisida, antijamur, antibakteri, hama gudang maupun jamur kontaminan lainnya.



Gambar 7. Struktur Kimia Kandungan Minyak Serai Wangi. 1. Citral a; 2. Citral b; 3. Citronellol; 4. Citronellal; 5. Geraniol; 6. Geranyl Acetate; 7. Limonene; 8. Linalool; 9. Nerol; 10. Cisocimene; 11. Piperitone; 12. -Terpineol; 13. Thujane; 14. -Bisabolol; 15. Isointermedeol; 16. Borneol; 17. -Pinene; 18. -Pinene. (Ganjewala. 2009)

Menurut Lestari *et al* (2012) sitronellal merupakan senyawa monoterpene yang mempunyai gugus alhid, ikatan rangkap dan rantai karbon yang memungkinkan mengalami reaksi siklisasi aromatisasi. Selain itu, sitronellal juga merupakan bahan dasar sintesis pembuatan fragrans seperti sitroneol, isopulegol, mentol dan ester - ester lainnya yang mempunyai bau dan wangi yang khas. Penggunaan yang penting dari sitronellal adalah untuk pembuatan hidroksi

sitronellal, dimana hidroksi sitronellal ini merupakan salah satu senyawa sintetik yang paling penting dalam pewangian.

Di Indonesia serai wangi dikenal dengan dua jenis yaitu Mahapengiri dan Lenabatu. Serai wangi berjenis Mahapengiri (*C. winterianus*) yang berasal asli dari Indonesia menghasilkan minyak lebih banyak dan bermutu tinggi, kadar geraniol 65-90% dan sitronellal 30-45%, harum minyaknya lebih unggul yaitu keras dan wangi, tumbuh berumpun dalam bentuk lebih rendah dan lebar, daun berwarna hijau muda dan bagian bawahnya agak kasar, menghendaki pemeliharaan dan tanah yang lebih baik (Santoso, 1992). Menurut Mahalwal dan Ali (2003) mengatakan bahwa minyak atsiri dari *C. winterianus* mengandung 40,5-60,7% sitronellal, sedangkan minyak dari *C. nardus* var. *confertiflorus* mengandung jumlah yang lebih kecil dari sitronellal (17,2-33,2%).

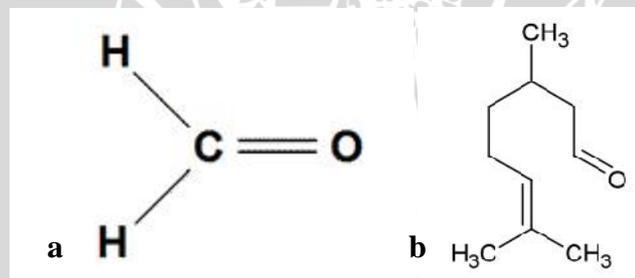
Persyaratan ekspor "java citronella oil" yang ditetapkan oleh pemerintah RI ialah berwarna kuning pucat sampai kuning kecokelatan, kandungan geraniol minimum 85%, kandungan citronellol minimum 35%, kelarutan dalam etanol 80%, alcohol tambahan negatif, minyak lemak negatif, minyak pelikan negatif, sisa penyulingan uap maksimal 2,5%. Sedangkan persyaratan mutu java *citronellal oil* menurut EOA yaitu minyak kurang encer, berwarna kuning muda sampai kuning kecokelatan, berbau "aldehyde", berat jenis pada suhu 25°C 0,875 sampai 0,893, putaran optik -0°30' sampai 6°, refractive index 20°C 1,4660 sampai 1,4745, kandungan geraniol 85-97%, kandungan citronellol 30-45%, kelarutan dalam alkohol 80% larut jernih dalam 1-2 volume seterusnya opalesensi (Harris, 1987).

Minyak atsiri dapat mengalami kerusakan dalam penyimpanan. Biasanya kerusakan disebabkan oleh reaksi-reaksi umum seperti oksidasi, resinifikasi, polimerasi, hidrolisa ester, dan interreaksi gugus fungsional. Proses tersebut dipercepat oleh panas, adanya oksigen atau udara, kelembapan serta dikatalisasi oleh cahaya dan beberapa kasus dikatalisasi oleh logam. Kondisi penyimpanan kurang baik merupakan faktor penting penyebab kerusakan. Oleh sebab itu minyak atsiri harus disimpan dalam wadah yang tertutup rapat pada suhu kamar dan terlindungi oleh cahaya. Penyimpanan minyak sangat baik dilakukan pada botol dan gelas berwarna gelap (Guenther, 1987).

2.4.4 Cara Kerja Bahan Aktif

Minyak daun serai wangi mengandung senyawa sitronellal ($C_{10}H_{16}O$), sitronellol ($C_{10}H_{20}O$), geraniol ($C_{10}H_{18}O$) dan linalool. Sitronellal dan linalool merupakan senyawa monoterpen dengan sifat antifungal yang tinggi (Nakahara *et al*, 2003). Senyawa- senyawa aktif tersebut mampu menekan pertumbuhan jamur patogen dengan cara mengganggu dinding sel atau menghambat permeabilitas dinding sel sehingga komponen penting seperti protein keluar dari sel dan sel berangsur-angsur mati (Koul *et al*, 2008).

Kemampuan sitronellal menghambat pertumbuhan jamur atau bersifat antifungi dianalogikan dengan senyawa formaldehida yang dapat bekerja sebagai antiseptik. Senyawa kimia formaldehida disebut juga formalin merupakan aldehida dengan rumus kimia H_2CO . Aldehida merupakan senyawa organik yang memiliki gugus karbonil terminal. Gugus fungsi ini terdiri dari atom karbon yang berikatan dengan atom hidrogen dan berikatan rangkap dengan atom oksigen. Sitronellal dan formalin masing-masing memiliki ikatan rangkap dengan atom oksigen yang ditunjukkan pada gambar 8. Adanya gugus aldehida yang bersifat asam lewis dapat merusak dinding-dinding sel bakteri dan jamur.



Gambar 8. Struktur kimia. a. Formalin; b. sitronellal

Larutan formaldehid adalah disinfektan yang efektif melawan bakteri, jamur atau virus tetapi kurang efektif melawan spora bakteri. Formaldehid bereaksi dengan protein dan hal tersebut mengurangi aktivitas mikroorganisme. Mekanisme formaldehid sebagai pengawet diduga bergabung dengan asam amino bebas dari protoplasma sel atau mengkoagulasikan protein (Cahyadi, 2006).

Berdasarkan hasil penelitian De-Billerbeck *et al* (2001) pemberian minyak atsiri pada konsentrasi 400 mg/L menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur *Aspergillus niger* hingga 80 % setelah 4 hari inkubasi. Pengamatan dengan mikroskop elektron transmisi menunjukkan bahwa diameter hifa dan dinding hifa

A. niger tipis. Perubahan dalam struktur sitologi terhadap pertumbuhan miselium disebabkan oleh gangguan dari minyak esensial dengan enzim yang bertanggung jawab untuk sintesis dinding yang mengganggu pertumbuhan normal. Pengasapan dengan minyak esensial juga menyebabkan kerugian besar pada ion Ca dan Mg dari miselium. Selain itu, minyak atsiri menyebabkan kerusakan terhadap membran plasma dan struktur organisasi mitokondria.

Pemberian minyak atsiri serai wangi dengan metode pengasapan terhadap pertumbuhan jamur *Saccharomyces cerevisiae* menyebabkan penurunan ukuran sel, penurunan pada permukaan sel, perubahan ketebalan dinding sel dan gangguan membran plasma. Geraniol menangkap pertumbuhan sel yang menyebabkan kebocoran ion Ca^{2+} , K^+ , dan Mg^{2+} meningkat dari sel jamur yang terfumigasi dan kandungan lipid total menurun, serta komposisi asam lemak diubah dengan penurunan jumlah asam lemak jenuh dan peningkatan jumlah asam lemak tak jenuh (Helal *et al*, 2006).

2.4.5 Pemanfaatan Serai Wangi untuk Mengendalikan Penyakit-Penyakit Tanaman.

Minyak atsiri dari genus *Cymbopogon* memiliki sifat antimikroba yang kuat. Beberapa spesies serai wangi yang memiliki sifat antimikroba yaitu *Cymbopogon flexuosus*, *C. citratus*, *C. martinii*, *C. winterianus*, *C. nardus*, dan *C. Parkeri*. Sebagian besar penelitian telah menentukan aktivitas antimikroba penting dan unsur pokok dalam *minimum inhibitory concentration* (MIC), yang diperlukan untuk penghambatan 50% dari pertumbuhan mikroorganisme. *Cymbopogon citratus* memiliki MIC/IC50 1.0 - 1.5 $\mu\text{l/ml}$ sebagai antifungi, *Cymbopogon nardus* memiliki MIC/IC50 800 mg/l sebagai antifungi, dan *Cymbopogon winterianus* minimal 1-10 $\mu\text{l/ml}$ sebagai antimicrobial (Ganjewala, 2009).

Minyak atsiri dari genus *Cymbopogon* memiliki kegiatan antijamur dan antibakteri yang luar biasa signifikan (Ganjewala, 2009). Penekanan produksi spora dengan perlakuan pemberian minyak atsiri serai wangi dapat membatasi penyebaran patogen dengan menurunkan jumlah spora dilingkungan penyimpanan dan pada permukaan produk pertanian. Dampak pemberian minyak pada sporulasi mungkin mencerminkan efek dari volatil yang dikeluarkan oleh minyak atsiri pada pengembangan miselium (Tzortzakis, 2007).

Penelitian yang telah dilakukan Tzortzakis (2007) minyak atsiri *lemongrass* (*Cymbopogon citratus* L.) berkisar antara 25 dan 500 ppm diuji untuk aktivitas antijamur terhadap *Colletotrichum coccodes*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum*, *Rhizopus stolonifer* dan *Aspergillus niger* secara *in vitro*. Pemberian minyak atsiri mengakibatkan pengurangan yang signifikan pada pengembangan koloni kelima jamur patogen tersebut. Produksi spora jamur terhambat hingga 70% pada 25 ppm. Dalam konsentrasi minyak tertinggi (500 ppm) yang digunakan dapat menghambat sporulasi jamur hingga 100%. Minyak serai mengurangi spora perkecambahan dan panjang tabung sel pada *C. coccodes*, *B. cinerea*, *C. herbarum* dan *R. stolonifer* dengan efek tergantung pada konsentrasi pemberian minyak. Namun minyak serai wangi hingga 100 ppm mempercepat perkecambahan spora untuk *A. niger*.

Nurmansyah (2010) juga meneliti uji efektivitas minyak atsiri seraiwangi (*C. nardus*) dan fraksi sitronellal terhadap pertumbuhan jamur *Phytophthora palmivora*, penyebab penyakit busuk buah kakao secara *in vitro*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi 750 ppm, minyak seraiwangi mampu menghambat pertumbuhan diameter koloni *P. palmivora* 75,95% dan biomassa koloni 82,61%. Sedangkan fraksi sitronellal pada konsentrasi yang sama mampu menghambat pertumbuhan diameter koloni lebih baik yakni 78,88% dan biomassa koloni 88,41%. Pada konsentrasi 1.000 ppm, minyak seraiwangi maupun fraksi sitronellal mampu menghambat pertumbuhan diameter dan biomassa koloni jamur *P. palmivora* 100%. Senyawa volatil dari minyak seraiwangi pada dosis 0,1 ml dan fraksi sitronellal 0,075 ml/cawan petri mampu menghambat pertumbuhan diameter jamur *P. palmivora* hingga 100%.

Pengujian menggunakan ekstrak n heksan *Cymbopogon proximus* Stapf juga dilakukan oleh El - Assiuty *et al.* (2006) menunjukkan efek antijamur ampuh terhadap dua jamur toksigenik, yaitu *Fusarium verticillioides* dan *A. flavus*. Analisis kromatografi ekstrak menghasilkan yang fraksi etil asetat kuat, dari mana 8 senyawa bisa diisolasi dan diidentifikasi dengan metode spektroskopi. Tiga senyawa yang terkandung adalah 2 - metil - 2 undec -en - 10 al, eudesm - 11 ol dan elemol ditemukan menjadi senyawa yang paling berpotensi terhadap kedua patogen tersebut. Efek antijamur dari ekstrak n heksana beberapa ekstrak tanaman

terhadap pertumbuhan pathogen tanaman di Lab dapat dianggap efek beracun dari sifat antibiotik dari senyawa yang ada dalam fraksi ini. El - Assiuty *et al.* (2006) sebelumnya telah melakukan pengujian ekstrak n heksana *C. Proximus* terhadap jamur toxigenic *F. verticillioides* dan *A. flavus*, penyebab *ear rots* pada jagung. Penelitian tersebut membuktikan bahwa fraksi etil asetat dan metanol berdampak pada pathogen saat ditambahkan ke media tanam jamur. Ketika fraksi tersebut dikromatografi dengan menggunakan silika asetat gel-toluene/ethyl hanya empat fraksi yang ditemukan efektif dalam menghambat pertumbuhan kedua jamur diuji.

Hartati (2013) menyatakan pengujian secara *in vitro* konsentrasi formula EC 0,025 % mampu menghambat pertumbuhan jamur *Rhizoctonia* sp. hingga 100% dan formula EC 0,2% juga dapat menekan serangan penyakit bercak daun (*Phyllosticta* sp.) pada pertanaman jahe di lapangan. 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. Namun penyemprotan formula pada konsentrasi dua persen menyebabkan daun-daun menguning, layu, dan kering terutama pada daun-daun muda Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan formula EC pada konsentrasi semprot yang dianjurkan (0,2-0,4%) cukup aman bagi tanaman jahe.

Penelitian Saputra (2011) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak air daun serai wangi dapat menekan pertumbuhan dan serangan penyakit tepung yang disebabkan oleh jamur *Erysiphe cichoracearum* pada tanaman mentimun. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak air daun serai wangi maka menyebabkan semakin sedikit perkecambahan konidia jamur. Konsentrasi yang efektif untuk pengendalian penyakit tepung adalah 4% dengan efektivitas penekanan persentase daun terserang 85,8% dan intensitas serangan 92,87%. Sedangkan untuk peningkatan hasil adalah 6% dengan efektivitas peningkatan hasil 178,96 %, kemampuan ini sama dengan fungisida propineb.

Minyat atsiri serai wangi juga dapat mengendalikan pathogen yang menyerang pada saat masa penyimpanan, karena memiliki beberapa sifat fungisida terhadap penyakit pascapanen pada buah-buahan dan sayuran (Aifaa, 2012). Istianto (2009) membuktikan bahwa minyak atsiri serai wangi (*C. nardus*) dapat menekan perkembangan miselium jamur *Colletotrichum* sp sebesar 65 -

72% dengan volume efektif minyak atsiri serai wangi adalah 9 μ l dan 18 μ l. *Colletotrichum* sp merupakan jamur patogen penyebab antraknosa pada buah pisang yang menyerang pada proses penyimpanan. Siripornvisal (2009) juga meneliti secara *in vitro* pengaruh uap minyak atsiri serai wangi untuk mengendalikan penyebab penyakit gray mold pada buah apel pasca panen. Uap minyak atsiri serai wangi menunjukkan efek penghambatan yang kuat pada *Botrytis cinerea*, dengan MIQ (*minimal inhibitory quantity*) sebesar 15 μ L.

Efek dari minyak atsiri *C. nardus* terhadap kualitas buah naga selama penyimpanan di kamar dingin (10°C, RH 85-90%) selama 21 hari yang ditentukan dengan menggunakan enam konsentrasi Cymbopogon nardus oil (0,5, 1, 2, 3, 4 dan 5%). Minyak atsiri *C. nardus* dapat menghambat munculnya gejala penyakit dan mempertahankan kualitas selama penyimpanan. Namun, beberapa efek phytotoxic diamati pada buah-buahan diobati dengan konsentrasi yang lebih tinggi (2-5%). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi dibawah 2% dapat digunakan untuk memperpanjang masa penyimpanan buah naga sampai 14 hari tanpa mempengaruhi sifat fisikokimia (Aifaa, 2012).

2.4.6 Cara Memperoleh Fungisida Nabati

Fungisida nabati adalah termasuk golongan senyawa metabolik sekunder dalam tanaman yang bersifat polar atau non polar, mudah larut dalam air atau dapat terpisah sebagai minyak atsiri. Sebagian besar minyak atsiri merupakan senyawa-senyawa yang mudah menguap. Oleh karena itu untuk memperoleh minyak atsiri sebagai pestisida. Minyak atsiri yang berasal dari minyak serai wangi mengandung senyawa-senyawa geraniol, sitronella, sitronellol yang dapat dipisahkan dengan metode penyulingan sederhana.

Penyulingan adalah salah satu cara untuk mendapatkan minyak atsiri dengan cara mendidihkan bahan baku yang dimasukkan ke dalam ketel sehingga terdapat uap yang diperlukan atau dengan cara mengalirkan uap jenuh dari ketel pendidih air ke dalam ketel penyulingan. Penyulingan ini bertujuan untuk memisahkan zat-zat bertitik didih tinggi dari zat-zat yang tidak dapat menguap atau dapat dikatakan memisahkan komponen-komponen berdasarkan perbedaan tekanan

uapnya. Menurut Santoso (1993) penyulingan dapat dipisahkan menjadi tiga cara yaitu :

Penyulingan dengan air, prinsip kerja penyulingan ini adalah ketel penyulingan diberi air hingga setengah volume ketel lalu panaskan. Sebelum air mendidih masukkan bahan baku ke dalam ketel penyulingan. Penguapan air dan minyak atsiri berlangsung bersamaan. Cara penyulingan ini disebut penyulingan langsung (*direct distillation*). Bahan baku yang digunakan biasanya daun atau bunga yang mudah bergerak didalam air dan tidak mudah rusak oleh panas uap air. Kualitas minyak atsiri yang dihasilkan cukup rendah, kadar minyaknya sedikit, terkadang terjadi proses hidrolisis ester dan produk minyaknya bercampur dengan hasil sampingan.

Penyulingan dengan air dan uap, prinsip kerja penyulingan ini adalah ketel penyulingan diberi air hingga batas saringan, kemudian bahan baku diletakkan diatas saringan. Bahan baku tidak berhubungan langsung dengan air yang mendidih, tetapi akan berhubungan dengan uap air. Cara penyulingan ini disebut penyulingan tidak langsung (*indirect distillation*). Air yang menguap akan membawa partikel-partikel minyak atsiri dan dialirkan menuju pipa pendingin, sehingga terjadi pengembunan dan uap air yang bercampur dengan minyak atsiri akan menjadi cair kembali. Selanjutnya dialirkan ke alat pemisahan untuk memisahkan air dan minyak atsiri. Produk minyak atsiri yang dihasilkan dengan penyulingan ini cukup bagus, bahkan dapat masuk dalam katagori ekspor.

Penyulingan dengan uap, prinsip kerja penyulingan ini hampir sama dengan penyulingan dengan uap dan air, tetapi antara ketel uap dan ketel penyulingan harus dipisahkan. Ketel uap yang berisi air dipanaskan, kemudian uapnya dialirkan ke ketel penyulingan yang berisi bahan baku. Partikel-partikel minyak pada bahan baku terbawa bersama uap dan dialirkan menuju pipa pendingin, sehingga terjadi pengembunan dan uap air yang bercampur dengan minyak atsiri akan menjadi cair kembali. Selanjutnya dialirkan ke alat pemisahan untuk memisahkan air dan minyak atsiri. Penyulingan ini membutuhkan biaya yang sangat mahal tetapi sebanding dengan minyak atsiri yang dihasilkan. Kualitas minyak atsiri yang dihasilkan jauh lebih sempurna disbanding dengan kedua cara penyulingan lainnya sehingga harga jual minyaknya pun lebih tinggi

2.5 Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC- MS)

GC-MS (*Gas Chromatography- Mass Spectrometry*) adalah teknik instrumental, yang terdiri dari kromatografi gas (GC) digabungkan ke spektrometer massa (MS), dimana campuran kompleks bahan kimia dapat dipisahkan, diidentifikasi dan dihitung. Kromatografi gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit. Alat GC-MS (*Gas Chromatography- Mass Spectrometry*) ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Satu set alat GC- MS merek Shimadzu QP 2010 S yang digunakan untuk analisis komposisi minyak serai wangi.

Penggunaan kromatografi gas dipadukan dengan spektroskopi massa dapat menghasilkan data yang lebih akurat dalam pengidentifikasian senyawa yang dilengkapi dengan struktur molekulnya. Kromatografi gas ini juga mirip dengan distilasi fraksional, karena kedua proses memisahkan komponen dari campuran terutama berdasarkan pada perbedaan titik didih atau tekanan uap. Namun, distilasi fraksional biasanya digunakan untuk memisahkan komponen-komponen dari campuran pada skala besar, sedangkan GC dapat digunakan pada skala yang lebih kecil (Pavia,2006).

Prinsip kerja GC-MS yaitu, senyawa sampel ditembak oleh arus elektron sehingga menyebabkan senyawa terpisah menjadi fragmen yang merupakan muatan ion dengan massa tertentu. Fragmen tertentu difokuskan melewati celah

menuju detektor oleh empat elektromagnetik yang diprogram oleh komputer. Siklus quadropole disebut scan, berlangsung berkali-kali perdetik. Komputer merekam grafik pada setiap scan, grafik ini disebut spektrum massa. Komputer GC-MS memiliki literatur spektrum untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang tidak diketahui dengan membandingkan spektrum massa dari komponen sampel dengan literatur (Nurhayati, 2008).



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikologi Jurusan HPT Fakultas Pertanian dan Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilaksanakan hingga bulan Maret hingga bulan Juni 2014.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah apel, minyak atsiri serai wangi, media PDA, aquades, aquades steril, alkohol, n-Heksan, Tween 80, khlorox (NaOCl 2%), HCL 10%, spirtus, jamur *Colletotrichum gloeosporioides*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, kamera, timbangan digital, kapas, tisu, cawan petri, gelas ukur, tabung reaksi, pisau, pipet, pisau scalpel, pinset, jarum ose, bunsen, *autoclave*, kompor listrik, botol gelap, botol media, mikro pipet, *haemocytometer*, *sprayer*, *baker glass*, *Erlenmeyer*, *cork borer* dan GC- MS merek Shimidzu QP 2010 S.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tiga tahapan pengujian yaitu:

1. Analisa senyawa yang terkandung diminyak atsiri serai wangi
2. Pengujian minyak atsiri serai wangi secara *in vitro* terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada cawan petri.
3. Pengujian minyak atsiri serai wangi secara *in vivo* terhadap perkembangan penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* pada buah apel.

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Perbanyak Isolat Jamur *C. gloeosporioides*.

Jamur *C. gloeosporioides* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari buah apel yang sakit yang diperoleh dari kebun apel milik petani di Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Batu.

Perbanyak isolat pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Langkah awal perbanyak isolate jamur *C. gloeosporioides* yaitu dari buah apel yang berpenyakit diisolasi dengan cara dipotong 0,5 cm permukaan buah sakit dan 0,5 cm permukaan buah sehat. Buah yang telah dipotong disterilkan menggunakan klorox (NaOCl 2%), alkohol 70% dan aquades steril. Kemudian irisan buah ditiriskan di tisu steril sebelum diinokulasikan pada cawan petri yang telah berisi media PDA. Jamur yang telah tumbuh kemudian dipurifikasi pada cawan petri yang telah berisi media PDA. Kemudian identifikasi jamur secara makroskopis dan mikroskopis.

3.4.2 Minyak Atsiri Serai Wangi

Minyak atsiri diperoleh dari hasil penyulingan daun serai wangi yang telah dipanen. Penyulingan dilakukan oleh tim PHKI Tema C (Program Hibah Kompetisi Institusi Tema C) Universitas Brawijaya, Kecamatan Kesamben, Kabupaten Blitar pada tanggal 18 Januari 2014.

3.4.3 Penyiapan Buah Apel

Buah apel yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah buah apel yang diperoleh dari kebun apel petani di Desa Tulungrejo, Kecamatan Bumiaji, Batu. Buah apel yang didapatkan dicuci bersih menggunakan sabun dibawah air mengalir. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan residu pestisida yang menempel pada permukaan kulit buah apel.

3.4.4 Pembuatan Formulasi Konsentrasi Minyak Atsiri Serai Wangi

Pembuatan formulasi larutan minyak atsiri serai wangi untuk diujikan secara *in vitro* dimulai dengan membuat larutan stok yang dilakukan di laboratorium mikologi (Lampiran 6). Volume minyak atsiri dihitung sesuai kebutuhan larutan stok (1000 ml) menggunakan rumus pengenceran yaitu $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$. Dimana V_1 = volume minyak atsiri yang dibutuhkan, M_1 = massa minyak atsiri ($775,7 \times 10^3$ ppm), V_2 = volume larutan yang dibutuhkan (1000 ml), M_2 = formulasi 5000 ppm. Setelah volume minyak atsiri didapatkan kemudian ambil minyak atsiri menggunakan pipet dan dimasukkan kedalam *baker glass* ukuran

1000 ml dan dicampur dengan 0,2 ml tween 80 sebagai pengemulsi, aquades steril hingga 1000 ml. Larutan stok 5000 ppm sebanyak 1000 ml diencerkan menjadi konsentrasi setiap perlakuan 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1250 ppm, dan 1500 ppm. Larutan minyak atsiri serai wangi langsung dicampurkan pada proses pemasakan media PDA. Perhitungan kebutuhan larutan minyak serai wangi pada pembuatan PDA tercantum pada Lampiran 7.

Pembuatan formulasi untuk diujikan secara *in vivo* dimulai dengan membuat larutan stok. Volume minyak atsiri dihitung sesuai kebutuhan larutan stok (1000 ml) menggunakan rumus pengenceran yaitu $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$, dimana V_1 = volume minyak atsiri yang dibutuhkan, M_1 = massa minyak atsiri ($775,7 \times 10^3$ ppm), V_2 = volume larutan yang dibutuhkan (1000 ml), M_2 = formulasi 5000 ppm. Setelah volume minyak atsiri didapatkan kemudian ambil minyak atsiri menggunakan pipet dan dimasukkan kedalam *baker glass* ukuran 1000 ml dan dicampur dengan 0,2 ml tween 80 sebagai pengemulsi, aquades steril hingga 1000 ml. Larutan stok 5000 ppm sebanyak 1000 ml diencerkan menjadi konsentrasi setiap perlakuan 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1250 ppm, dan 1500 ppm di dalam *baker glass* ukuran 2000 ml. Kebutuhan larutan minyak atsiri serai wangi setiap perlakuan adalah 1000 ml. Larutan minyak atsiri serai wangi ini digunakan untuk merendam buah apel.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Uji Senyawa Menggunakan GC-MS

Pengujian senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi dilakukan di laboratorium kimia organik dengan menggunakan alat GC-MS. Minyak atsiri serai wangi diambil satu tetes (0.2 ml) kemudian disuntikkan pada *injection system* pada GC-MS yang telah siap digunakan. Oven pada GC-MS digunakan untuk memanaskan kolom pada suhu tertentu sehingga mempermudah proses pemisahan komponen *sample*. Komponen tersebut dibaca di *detector* dan direkam dalam *recorder* berupa peak area (%). *Peak area* (%) didapatkan pembacaan grafik setiap komponen pada rentang waktu tertentu menunjukkan kecepatan berpindah komponen. Waktu untuk mencapai peak kemudian di cocokkan dengan literatur yg tersimpan dalam perangkat GC – MS.

3.5.2 Pengujian Minyak Atsiri Serai Wangi secara *in vitro* Terhadap Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides* pada Cawan Petri.

Pengujian terhadap penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada media PDA oleh minyak atsiri serai wangi berbagai konsentrasi menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 taraf perlakuan dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali yaitu :

SW0 : tanpa perlakuan minyak atsiri serai wangi atau control.

SW1 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 500 ppm.

SW2 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 750 ppm.

SW3 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 1000 ppm.

SW4 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 1250 ppm.

SW5 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 1500 ppm.

Larutan minyak serai wangi yang telah dicampurkan pada saat memasak PDA sesuai konsentrasi perlakuan dituangkan sebanyak 10 ml kedalam cawan petri dan didiamkan hingga media padat atau mendingin.

3.5.2.1 Inokulasi Patogen *C. gloeosporioides*

Patogen *C. gloeosporioides* didapatkan dari biakan murni yang telah dikembangbiakan sebelumnya. Ambil isolat *C. gloeosporioides* berukuran 0,5 cm menggunakan *corkborrer* kemudian diinokulasikan pada bagian tengah cawan petri yang berisi media PDA baik tanpa maupun dengan campuran minyak atsiri serai wangi berbagai konsentrasi. Pengamatan dilakukan setiap hari hingga cawan petri kontrol penuh berisi jamur *C. gloeosporioides*.

3.5.2.2 Mendapatkan nilai EC_{50} minyak serai wangi.

Aktifitas antifungi minyak atsiri serai wangi dapat dinyatakan dengan parameter EC_{50} . EC (*Effective Concentration*) yaitu konsentrasi senyawa uji yang menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur sebesar 50 %. Penghitungan nilai EC_{50} menggunakan program analisis Probit Hsinchi (1997). Dimana nilai EC didapatkan dengan cara memasukkan diameter pertumbuhan jamur pada setiap konsentrasi perlakuan (0 ppm, 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1250 ppm, dan 1500 ppm). Tampilan program analisis Probit Hsinchi (1997) terdapat pada

lampiran 9. Pada program tersebut akan didapatkan nilai EC_{50} , grafik probit serta grafik mortalitas.

3.5.3 Pengujian Minyak Atsiri Serai Wangi secara *in vivo* Terhadap Gejala Penyakit Antraknosa yang disebabkan oleh Jamur *C. gloeosporioides* pada Buah Apel.

Pengujian minyak atsiri serai wangi secara *in vivo* untuk mengetahui perkembangan jamur *C. gloeosporioides* pada buah apel secara langsung setelah pemberian fungisida nabati minyak atsiri serai wangi berbagai tingkat konsentrasi. Pengujian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 6 taraf perlakuan dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali yaitu:

SW0 : tanpa perlakuan minyak atsiri serai wangi atau control.

SW1 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 500 ppm.

SW2 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 750 ppm.

SW3 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 1000 ppm.

SW4 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 1250 ppm.

SW5 : minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi 1500 ppm.

3.5.3.1 Aplikasi Fungisida Nabati Minyak Atsiri Serai Wangi

Buah apel yang digunakan adalah buah apel yang sehat. Permukaan buah apel dicuci menggunakan sabun, bertujuan untuk menghilangkan pestisida yang menempel pada permukaan buah apel. Setelah itu apel disemprot dengan alkohol 70% dan direndam dalam aquades steril selama 2 menit. Apel ditiriskan terlebih dahulu sebelum direndam dalam larutan minyak atsiri serai wangi sesuai perlakuan selama 5 menit. Apel dengan perlakuan kontrol hanya direndam dengan aquades steril selama 5 menit. Setelah itu dimasukkan kedalam kardus yang dibiarkan terbuka selama semalam dengan tujuan untuk mengering anginkan apel tersebut. Kardus tersebut pada permukaan bawah telah diberi tisu yang dibasahi menggunakan aquades steril. Tisu tersebut berfungsi untuk menjaga kelembapan didalam kardus pada masa penyimpanan.

Setelah dikering anginkan selama 1 malam, buah apel diinokulasi jamur dengan metode penusukan pada permukaan buah apel. Buah apel ditusuk sebanyak 1 tusukan pada permukaan. Kemudian suspensi inokulum dengan

kerapatan 10^6 spora /ml *C. gloeosporioides* sebanyak 0,1 ml ditetesi diatas tusukan tersebut. Apel tersebut diinkubasi selama 14 hari. Tiap hari dilakukan pengamatan diameter gejala penyakit yang muncul pada buah apel. Setiap ulangan terdiri dari tiga buah apel.

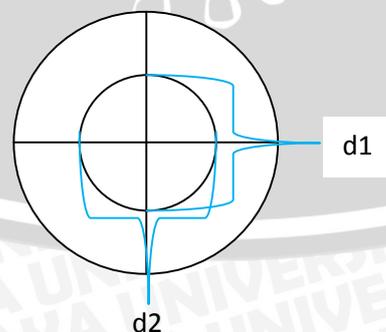
3.5.3.2 Mendapatkan nilai EC_{50} minyak serai wangi.

Aktifitas antifungi minyak atsiri serai wangi dapat dinyatakan dengan parameter EC_{50} . EC (*Effective Concentration*) yaitu konsentrasi senyawa uji yang menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur sebesar 50 %. Penghitungan nilai EC_{50} menggunakan program analisis Probit Hsinchi (1997). Dimana nilai EC didapatkan dengan cara memasukkan diameter pertumbuhan jamur pada setiap konsentrasi perlakuan (0 ppm, 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1250 ppm, dan 1500 ppm) (Lampiran 10). Pada program tersebut akan didapatkan nilai EC_{50} , grafik probit serta grafik mortalitas.

3.6 Parameter Pengamatan

3.6.1 Penghambatan Pertumbuhan Koloni *C. gloeosporioides* pada Berbagai Konsentrasi

Daya hambat minyak atsiri serai wangi terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dihitung berdasarkan hasil pengukuran diameter koloni jamur *C. gloeosporioides*. Pengukuran diameter koloni jamur *C. gloeosporioides* dilakukan setiap hari pada semua media perlakuan dan berhenti pada saat diameter koloni jamur pada media kontrol telah terisi penuh.



Gambar 10. Cara Pengukuran Diameter Koloni Jamur pada Media PDA.

Istianto dan eliza (2009) menyatakan penghitungan diameter koloni dilakukan dengan cara membuat garis vertikal dan horizontal berpotongan tepat pada titik tengah koloni jamur di bagian luar alas cawan petri (gambar 10).

Rumus yang digunakan untuk menghitung diameter koloni jamur sebagai berikut:

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Keterangan : D = diameter koloni jamur, d1 = diameter vertikal koloni jamur yang diamati, d2 = diameter horizontal koloni jamur yang diamati.

Setelah diketahui diameter koloni pada setiap perlakuan dan ulangan kemudian dihitung presentase penghambatan masing-masing konsentrasi dengan rumus menurut Abd-Alla *et al* (2013) :

$$P = \frac{Dc - Dt}{Dc} \times 100\%$$

Keterangan: P = Persentase penghambatan, Dc = Diameter *C. gloeosporioides* control, Dt = Diameter *C. gloeosporioides* setiap perlakuan (mm)

3.6.2 Berat Kering (Biomassa) Miselium *C. gloeosporioides*

Menghitung berat kering (biomassa) miselium jamur digunakan untuk mengetahui terhambatnya pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* oleh minyak atsiri serai wangi melalui bobotnya. Rumus berat kering (biomassa) yaitu,

$$M = (m1 - m0)$$

Keterangan : M = massa miselium *C. gloeosporioides*, m0 = berat kertas saring kosong, m1 = berat kertas saring + miselia *C. gloeosporioides*.

Menurut Hariyono (2007) prosedur penimbangan berat kering (biomassa) miselium *C. gloeosporioides* yaitu :

1. Kertas saring digunting bentuk bundar dengan diameter 9 cm sebanyak 24 lembar. Ditimbang dengan timbangan analitik. Kertas saring 24 lembar

- ditimbang untuk berat awal (m_0) dan kertas saring ini juga digunakan untuk menimbang berat miselium (m_1).
2. Media PDA yang tidak ditumbuhi jamur dipisahkan dengan cara memotong media pada bagian yang kosong.
 3. Bagian media yang ditumbuhi jamur dilarutkan dengan cara menuangkan HCL 10% dalam cawan petri, ditunggu 10 menit sambil digoyang goyang dan dihangatkan di atas lampu bunsen agar media benar-benar larut.
 4. Miselium dipisahkan dari media dengan cara disaring menggunakan kertas saring yang sebelumnya sudah ditimbang (langkah 1) setelah media benar-benar larut.
 5. Miselium pada kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam-1,5 jam.
 6. Penimbangan menggunakan neraca digital setelah pengeringan selesai. Didapatkan berat miselium dan kertas saring (m_1).
 7. Perhitungan biomassa menggunakan rumus berat kering (biomassa).

3.6.3 Masa Inkubasi Penyakit

Masa inkubasi penyakit dilakukan dengan cara mengamati buah apel pada perlakuan kontrol atau dengan pemberian minyak atsiri serai wangi dalam kardus. Pengamatan dilakukan setiap hari sampai gejala pertama pada buah apel muncul pada setiap perlakuan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan jamur *C. gloeosporioides* untuk menyebabkan buah sakit.

3.7 Analisis Data

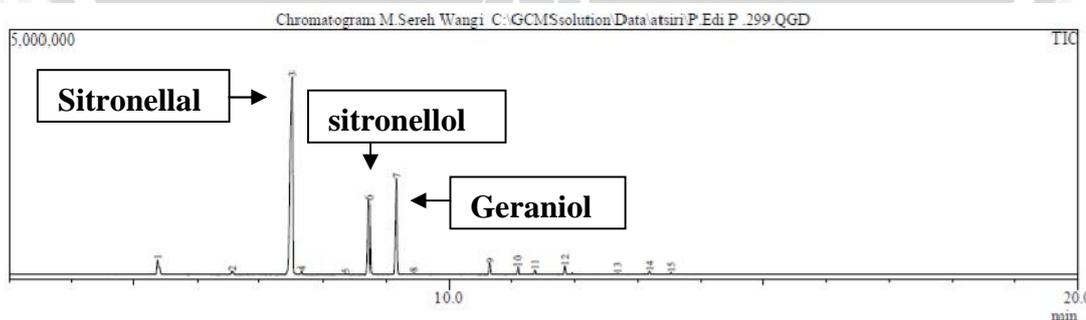
Data yang diperoleh diuji dengan menggunakan uji F taraf 5% dan apabila dalam pengujian sidik ragam diperoleh pengaruh perlakuan berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil 5% (BNT 0,05). Sedangkan nilai EC_{50} dihitung menggunakan program Analisis Probit Hsinchi 1997.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komponen Minyak Atsiri Serai Wangi

Hasil analisis dengan GC - MS (*Gas Chromatography - Mass Spectrometry*) menunjukkan adanya kromatogram – kromatogram dari minyak atsiri serai wangi (lampiran 1). Jumlah kromatogram/*peak* yang muncul dalam hasil GC-MS tergantung pada kepolaran zat yang dianalisis yang akan menentukan banyak sedikitnya waktu untuk berinteraksi dengan fase diam (berapa lama suatu senyawa tertahan dalam kolom) (Utami, 2011). Kandungan masing - masing senyawa dalam sampel mempunyai luas *peak area* yang berbeda-beda pada kromatogram sesuai dengan jenis senyawa yang dianalisa (Feriyanto et al, 2013).

Minyak atsiri serai wangi yang diujikan menggunakan alat GC-MS memiliki berat jenis 0.870 gr/ml. Kromatogram/*peak* pada gambar 11 menunjukkan senyawa kimia yang teridentifikasi dari minyak atsiri serai wangi sebanyak 15 senyawa namun hanya tiga senyawa yang mendominasi. Berdasarkan dari hasil analisa GC-MS (lampiran 1) terdapat tiga senyawa yang mendominasi yaitu sitronellal (57,92%), citronellol (13,59%), geraniol (17,66%). Minyak atsiri serai wangi mengandung geraniol, sitronellol, sitronellal (Wijesekera, 1973), linalool, elemol, geraniol asetat (Ganjewala, 2009 dan Sukamto *et al.* 2011). Kandungan bahan aktif lain pada serai wangi adalah *monterpen*, *nerol*, *limonen*, *linalool*, *-caryphyllene*, dan *myrcen*. Bahan bahan tersebut mengandung senyawa *terpene* yang merupakan komponen dominan dan efektif sebagai antifungi (Siripornvisal *et al.*, 2009)



Gambar 11. Analisis Komponen senyawa minyak atsiri serai wangi dengan GC-MS

Telah dilaporkan bahwa senyawa dalam minyak atsiri serai wangi yang memiliki kemampuan sebagai anti jamur adalah sitronellal (Nakahara *et al*, 2003). Senyawa sitronellal 112 mg/L mampu menghambat pertumbuhan jamur *Aspergillus candidus*, *A. flavus*, *A. versicolor*, *Eurotium amstelodami*, *E. chevalieri*, *Penicillium adametzii*, *P. citrinum*, *P. griseofulvum*, *P. islandicum* dengan diameter koloni jamur kurang dari 1 mm. Senyawa sitronellol hanya menghambat jamur *Eurotium chevalieri* sedangkan geraniol hanya menghambat jamur *Penicillium islandicum* dengan diameter jamur keduanya sekitar 1-4 mm. Sehingga dari ketiga senyawa tersebut senyawa sitronellal yang mempunyai aktivitas antifungi yang tinggi untuk menekan berbagai pertumbuhan jamur.

Hasil GC-MS luasan area relatif senyawa sitronellal (57,92%), sitronello (13,59%), dan geraniol (17,66%). Konsentrasi yang digunakan adalah 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1250 ppm, 1500 ppm, dengan pendekatan % luasan area kromatogram maka jumlah senyawa aktif yang terkandung dalam setiap konsentrasi dihitung dengan mengalikan konsentrasi dengan persentase senyawa aktif yang telah diketahui luasan area relatif. Perhitungan jumlah senyawa aktif yang terkandung terdapat pada lampiran 8.

4.2 Uji pengaruh minyak atsiri serai wangi terhadap penghambatan pertumbuhan *C. gloeosporioides* secara *in vitro*

4.2.1. Diameter pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*

Pemberian minyak atsiri serai wangi pada media PDA dengan berbagai konsentrasi mempengaruhi secara signifikan terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dibandingkan dengan perlakuan kontrol atau tanpa pemberian minyak atsiri serai wangi. Analisis ragam membuktikan bahwa diameter pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata dengan kontrol. Pada tabel anova menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi minyak atsiri serai wangi yang diberikan berbeda nyata terhadap diameter pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada pengamatan 2 hingga 7 HSI tetapi pada pengamatan 1 HSI menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan jamur (Lampiran 2). Hal ini dapat terjadi karena pada hari pertama pengamatan jamur belum tumbuh secara signifikan.

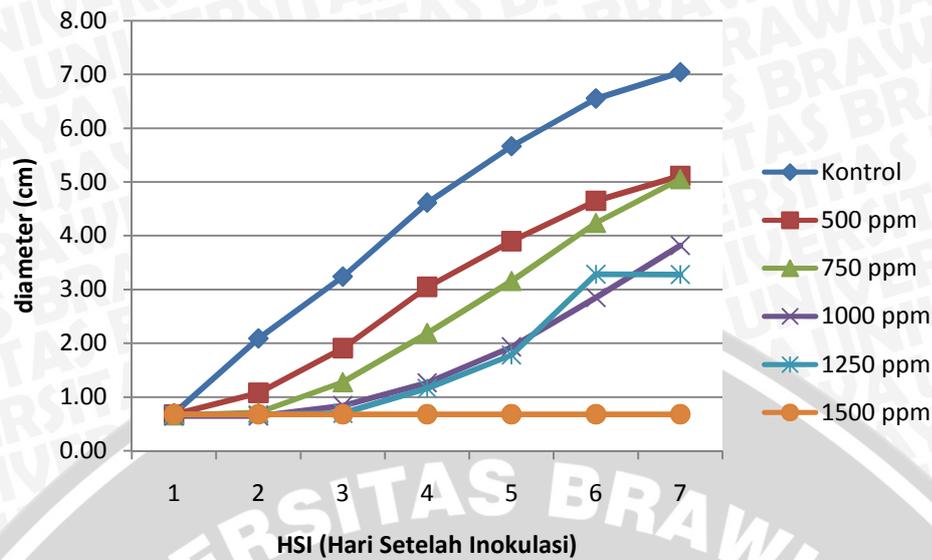
Pada tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi minyak atsiri serai wangi berbeda nyata terhadap kontrol pada diameter pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides*. Pada hari ke tujuh pengamatan rerata diameter pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada konsentrasi minyak serai wangi 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1250 ppm, 1500 ppm yaitu 5,11 cm, 5,05 cm, 4,15 cm, 3,28 cm dan 0,68 cm lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa minyak serai wangi atau kontrol yaitu 7,04 cm. Pada konsentrasi minyak serai wangi 1500 ppm jamur *C. gloeosporioides* tidak mengalami pertumbuhan yaitu 0.68 cm.

Tabel 1. Diameter Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides*

Perlakuan	Diameter Pertumbuhan (cm)						
	1 HSI	2 HSI	3 HSI	4 HIS	5 HSI	6 HSI	7 HSI
Kontrol	0.70	2.09 b	3.24 d	4.61 e	5.66 e	6.55 d	7.04 d
500 ppm	0.68	1.06 a	1.91 c	3.05 d	3.90 d	4.65 c	5.11 c
750 ppm	0.66	0.71 a	1.28 b	2.19 c	3.16 cd	4.24 bc	5.05 c
1000 ppm	0.66	0.66 a	0.92 ab	1.50 b	2.24 bc	3.19 b	4.15 bc
1250 ppm	0.68	0.68 a	0.70 a	1.16 ab	1.78 b	3.28 bc	3.28 b
1500 ppm	0.68	0.68 a	0.68 a	0.68 a	0.68 a	0.68 a	0.68 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%.

Pada gambar 12 menunjukkan bahwa diameter pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dengan kontrol selalu meningkat setiap harinya. Grafik diameter pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dengan semua perlakuan minyak atsiri serai wangi pada hari pertama hingga ketujuh pengamatan berada dibawah grafik kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dengan perlakuan minyak atsiri serai wangi lebih lambat daripada tanpa pemberian minyak atsiri serai wangi. Pada hari keenam dan ketujuh pengamatan dengan konsentrasi 1250 ppm minyak atsiri diameter jamur *C. gloeosporioides* tidak mengalami pertumbuhan. Bahkan pada konsentrasi 1500 ppm jamur *C. gloeosporioides* tidak mengalami pertumbuhan dari hari pertama pengamatan hingga hari ketujuh. Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri serai wangi berbanding lurus terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*. Terhambatnya pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada media PDA menunjukkan bahwa minyak serai wangi berpotensi menjadi pestisida nabati untuk menekan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*.

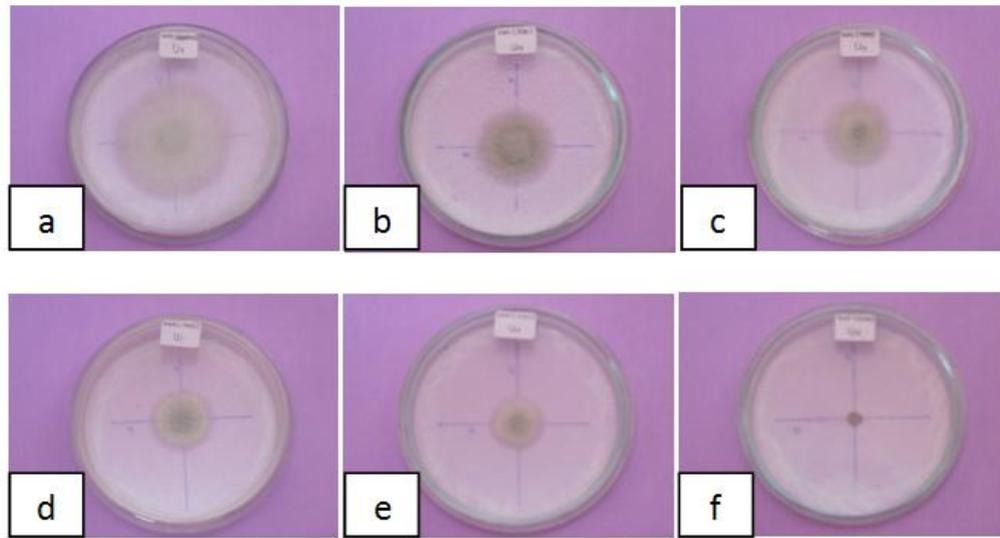


Gambar 12. Grafik Diameter Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides*

Minyak atsiri serai wangi mengandung geraniol, sitronello, sitronellal, citral (Saikia *et al.* 2011), linalool, elemol, geraniol asetat (Ganjewala, 2009 dan Sukanto *et al.* 2011). Namun mayoritas minyak atsiri serai wangi mengandung senyawa sitronellal, geraniol, and sitronellol (de Oliveira *et al.*, 2011).

Penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dapat dipengaruhi oleh senyawa yang terkandung didalam minyak atsiri serai wangi. Sitronellal merupakan senyawa monoterpen dengan sifat antifungi yang tinggi (Nakahara *et al.*, 2003 dan Aoudou *et al.*, 2010). Senyawa tersebut dapat menekan pertumbuhan patogen tanaman dengan cara mengganggu dinding sel atau menghambat permeabilitas dinding sel sehingga komponen penting seperti protein keluar dari sel dan sel berangsur-angsur mati (Koul *et al.*, 2008). Geraniol dapat menyebabkan peningkatan kebocoran ion Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} dari sel jamur yang terfumigasi, kandungan lipid menurun, serta komposisi asam lemak diubah dengan penurunan asam lemak jenuh dan peningkatan jumlah asam lemak tak jenuh (Helal *et al.*, 2006). Pina-Vaz *et al.* (2004) mengatakan bahwa minyak atsiri dapat menyebabkan perubahan pada morfologi hifa. Hifa menjadi rusak, terpelintir, dan struktur permukaannya berubah. Senyawa yang terkandung didalam minyak atsiri tidak bekerja individual dalam menekan pertumbuhan jamur. Senyawa antifungi tersebut akan saling berinteraksi. Menurut Abd-Alla *et al.* (2009) keseluruhan

aktifitas anti jamur yang terkandung dalam minyak atsiri adalah karena adanya efek sinergis antara senyawa yang terkandung didalamnya



Gambar 13. Diamater Jamur *C. gloeosporioides* pada 7 Hari Setelah Inokulasi secara in vitro pada berbagai konsentrasi minyak atsiri serai wangi (a) kontrol, (b) 500 ppm, (c) 750 ppm, (d) 1000 ppm, (e) 1250 ppm, (f) 1500 ppm.

Pada gambar 13 menunjukkan perbedaan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada konsentrasi yang berbeda. Jamur *C. gloeosporioides* masih dapat tumbuh pada media PDA yang telah diberi perlakuan berbagai konsentrasi minyak atsiri serai wangi. Pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya adalah nutrisi. Nutrisi diperlukan untuk mendapatkan energi untuk tumbuh (Budiyanto, 2009). Karena pertumbuhan organisme pada umumnya tergantung pada kondisi bahan makanan atau nutrisi dan juga lingkungan. Apabila kondisi makanan dan lingkungan mendukung untuk pertumbuhan mikroorganisme tersebut, maka mikroorganisme akan tumbuh dengan waktu yang relatif singkat dan sempurna (Budiyanto, 2010).

4.2.2. Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides*

Analisis ragam penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dengan diberikan minyak atsiri serai wangi menunjukkan bahwa adanya perbedaan nyata terhadap kontrol. Pada tabel anova menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi minyak atsiri serai wangi pada pengamatan hari pertama

dan kedua tidak berbeda nyata terhadap penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*. Namun pada pengamatan hari ketiga hingga hari ketujuh perlakuan konsentrasi minyak atsiri serai wangi menunjukkan perbedaan nyata terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* (lampiran 3).

Tabel 2. Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides* oleh Minyak Atsiri Serai Wangi.

Perlakuan	Persentase Hambatan (%)						
	1 HSI	2 HSI	3 HSI	4 HSI	5 HSI	6 HSI	7 HSI
Kontrol (SW0)	0	0	0	0	0	0	0
500 ppm (SW1)	3.57	49.28	41.12 a	33.87 a	31.08 a	28.32 a	25.56 a
750 ppm (SW2)	7.14	50.62	60.80 b	52.73 b	44.29 ab	34.81 ab	26.76 a
1000 ppm (SW3)	6.07	68.41	71.68 bc	67.71 c	60.34 bc	50.17 b	38.32 a
1250 ppm (SW4)	3.57	66.667	77.80 c	71.87 c	63.92 c	51.50 b	46.46 a
1500 ppm (SW5)	3.57	67.53	79.11 c	85.34 d	88.07 d	89.61 c	90.22

Keterangan :- Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%.

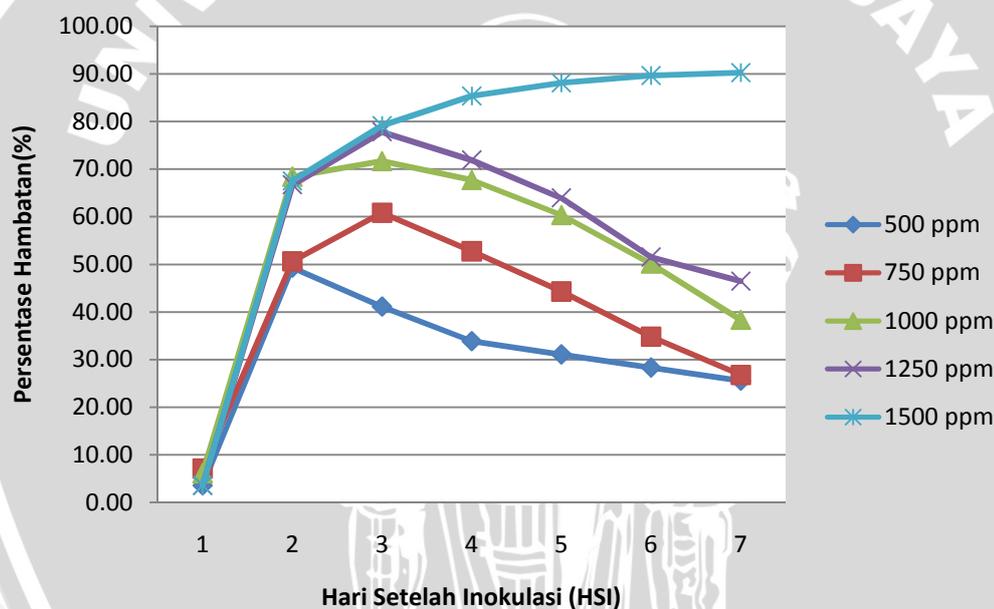
- Sebelum dianalisis data ditransformasikan dengan arcsin.

Tabel 2 menunjukkan pengamatan 4 HSI, 5 HSI, 6 HSI, 7 HSI pada konsentrasi 1500 ppm menunjukkan perbedaan nyata terhadap konsentrasi yang lain dalam menghambat pertumbuhan jamur. Sedangkan pada hari ketiga pengamatan antara konsentrasi 1250 ppm dan 1500 ppm tidak berbeda nyata dalam menghambat pertumbuhan jamur. Hari ketujuh pengamatan antar perlakuan konsentrasi tidak berbedanya kecuali pada konsentrasi 1500 ppm.

Pada gambar 14 menunjukkan persentase hambatan minyak atsiri serai wangi terhadap jamur *C. gloeosporioides* dimana pada hari kedua persentase hambatan pada semua perlakuan meningkat dari hari pertama. Pada hari ketiga pengamatan semua persentase perlakuan mengalami kenaikan kecuali perlakuan 500 ppm minyak atsiri serai wangi (SW1) mengalami penurunan hingga hari ketujuh. Pada hari keempat hingga hari ke tujuh pengamatan grafik persentase pada perlakuan 750 ppm, 1000 ppm, 1250 ppm minyak atsiri serai wangi mengalami penurunan. Penurunan persentase daya hambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dapat dikarenakan senyawa aktif yang terkandung mengalami penurunan konsentrasi atau perubahan sifat sejalan dengan bertambahnya waktu pengamatan. Menurut Guenther (1987) minyak atsiri serai wangi bersifat mudah menguap pada suhu ruangan tanpa mengalami dekomposisi. Reaksi dekomposisi

adalah jenis reaksi kimia di mana zat terdegradasi menjadi dua atau lebih komponen dasar (Andaiyani, 2013). Minyak atsiri akan terurai apabila kondisi penyimpanan kurang baik. Terurainya minyak atsiri dipercepat oleh keadaan panas, adanya udara atau oksigen, kelembapan serta dikatalisasi oleh cahaya.

Namun perlakuan minyak atsiri serai wangi 1500 ppm persentase penghambatan selalu mengalami kenaikan setiap harinya hingga hari ketujuh pengamatan. Menurut Marlina *et al* (2012) semakin tinggi konsentrasi bahan, maka semakin tinggi aktivitas antifungi yang dimiliki dibuktikan dengan hasil penelitiannya bahwa sehingga semakin tinggi konsentrasi lateks pepaya yang diberikan maka semakin efektif dalam menurunkan intensitas serangan *C. capsici* pada buah cabai.



Gambar 14. Grafik Persentase Penghambatan Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides* oleh Minyak Atsiri Serai Wangi.

Perlakuan minyak atsiri serai wangi dengan konsentrasi 1500 ppm menunjukkan daya hambat paling tinggi terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* yaitu sebesar 90,22% pada pengamatan hari ketujuh. Sehingga dapat dikatakan bahwa konsentrasi minyak atsiri serai wangi paling efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* yaitu 1500 ppm. Minyak atsiri serai wangi *C. nardus* memiliki aktivitas antifungi dengan IC_{50} 800 ppm (De-Billerbeck *et al*, 2001).

Fungisida kimia yang sering digunakan untuk menekan pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. yaitu fungisida benomyl, mankozeb, dan karbendazim. Benomyl merupakan fungisida sistemik dalam kelompok benzimidazol. Dengan sporulasi yang melimpah *Colletotrichum* sp. akan mudah menjadi tahan terhadap pestisida sistemik. Fungisida berbahan aktif benomyl dengan konsentrasi 1000 µm/ml dapat menekan koloni *C. gloeosporioides* hingga 100 persen secara *in vitro* pada media PDA (Peres *et al*, 2004)

Hasil penelitian Sumardiyono *et al* (2011) menunjukkan bahwa benomyl mampu menekan pertumbuhan *Colletotrichum* sp secara *in vitro* dan *in vivo*. Secara *in vitro* benomyl mampu menekan pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. hingga 93% pada berbagai konsentrasi. Secara *in vivo* benomyl mampu menekan pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp tetapi tidak signifikan pestisida campuran antara mankozeb dan kabendazim. Mankozeb adalah pestisida kontak, sedangkan karbendazim adalah pestisida sistemik. Campuran keduanya akan memberikan perlindungan yang lebih baik karena dapat menghambat timbulnya strain jamur tahan terhadap fungisida sistemik. Secara umum pestisida benomyl, mankozeb, dan karbendazim mampu menekan pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp dengan sangat baik. Tetapi fungisida kimia tersebut berdampak buruk terhadap lingkungan bila diaplikasikan secara intensif dan dosis yang berlebihan.

4.2.3. Berat Kering Misellium Jamur *C. gloeosporioides*

Pengamatan pertumbuhan jamur dapat dilihat dari diameter koloni jamur, sedangkan perkembangan jamur dapat dilihat dari tebal koloni atau biomassa. Sehingga tujuan pengamatan berat misellium yaitu untuk mengetahui perkembangan jamur *C. gloeosporioides*. Pengamatan berat kering misellium jamur *C. gloeosporioides* dilakukan pada hari ketujuh pengamatan dimana pada perlakuan kontrol diameter pertumbuhan jamur hampir menutup seluruh permukaan media PDA. Berdasarkan tabel anova menunjukkan tidak berbeda nyata pada semua perlakuan terhadap berat misellium jamur *C. gloeosporioides* (lampiran 4). Rerata berat kering misellium jamur disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata Berat Kering misellium Jamur *C. gloeosporioides* pada 7 Hari Setelah Inokulasi.

Perlakuan	Berat Kering (mg)
Kontrol	90.00
500 ppm	75.00
750 ppm	72.50
1000 ppm	70.00
1250 ppm	60.00
1500 ppm	55.00

Semakin besar konsentrasi minyak atsiri serai wangi maka semakin kecil berat misellium jamur *C. gloeosporioides*. Semakin kecil berat misellium dapat dikatakan bahwa perkembangan jamur dapat ditekan oleh senyawa aktif yang terkandung didalam minyak atsiri serai wangi. Perlakuan tanpa minyak atiri serai wangi atau kontrol memiliki berat misellium sebesar 90 mg. Pada konsentrasi 1500 ppm mampu menghambat perkembangan jamur *C. gloeosporioides* paling baik yaitu sebesar 55 mg sedangkan penghambatan paling kecil terjadi pada konsentrasi 500 ppm yaitu sebesar 75 mg.

Semakin besar konsentrasi minyak atsiri serai wangi berbanding terbalik dengan berat misellium jamur. Hal ini dapat disebabkan karena efek antifungi yang dihasilkan oleh minyak atsiri serai wangi pada konsentrasi yang lebih rendah kurang maksimal daya hambatnya terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dibandingkan dengan pemberian minyak atsiri serai wangi dalam konsentrasi yang lebih tinggi. Rahmah dan Rahman (2010) mengatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak kandungan senyawa aktif yang bersifat antifungi dalam penghambatan pertumbuhan jamur.

4.3 Uji Pengaruh Minyak Atsiri Serai Wangi terhadap Penghambatan Gejala Penyakit Antraknosa yang disebabkan oleh Jamur *C. gloeosporioides* secara *in vivo* pada buah apel

4.3.1 Masa Inkubasi Jamur *C. gloeosporioides* pada Buah Apel

Gejala pengamatan serangan jamur *C. gloeosporioides* pada buah apel dari keenam perlakuan muncul sekitar 2 hingga 6 hari setelah inokulasi (HSI). Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan tidak berbeda nyata antar keenam perlakuan terhadap masa inkubasi. Masa inkubasi digunakan untuk mengetahui

waktu yang dibutuhkan konidia jamur *C. gloeosporioides* untuk menimbulkan bercak pertama kali. Masa inkubasi paling lama terjadi pada konsentrasi 1500 ppm yaitu 6,08 HSI. Semakin lama masa inkubasi pada buah apel berarti serangan jamur *C. gloeosporioides* dapat ditekan dengan minyak atsiri serai wangi. Rerata masa inkubasi penyakit antraknosa pada buah apel yang disebabkan oleh Jamur *C. gloeosporioides* disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata Masa Inkubasi Penyakit Antraknosa pada Buah Apel yang Disebabkan oleh Jamur *C. gloeosporioides*

Perlakuan	Masa Inkubasi (HSI)
Kontrol	2.92
500 ppm	2.75
7500 ppm	4
1000 ppm	2
1250 ppm	3.92
1500 ppm	6.08

Pemberian konsentrasi minyak atsiri serai wangi 1500 ppm memberikan pengaruh yang lebih lama terhadap masa inkubasi jamur pada buah apel dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat disebabkan dengan pemberian konsentrasi minyak atsiri serai wangi yang tinggi akan menyebabkan jumlah senyawa antifungi yang dikandung minyak atsiri serai wangi tersebut semakin tinggi, sehingga senyawa yang menempel pada permukaan kulit buah apel dan terabsorpsi ke dalam jaringan buah apel akan semakin banyak. Akibatnya jamur *C. gloeosporioides* akan mengalami kesulitan dalam menginfeksi buah apel yang akan mengakibatkan terhambat pertumbuhan dan perkembangannya karena adanya antifungi yang lebih tinggi. Dengan terhambatnya masa inkubasi ini maka gejala awal penyakit antraknosa pada buah apel akan terlihat lebih lama.

Menurut Smith *et al.* (2008) cepat dan lamanya masa inkubasi penyakit tergantung pada konsentrasi inokulum awal karena jika populasi patogen tinggi, peluang untuk melakukan infeksi menjadi lebih besar yang selanjutnya mengakibatkan tanaman terserang lebih cepat. Sementara menurut Ben-Yephet *et al* (1994) jumlah inokulum awal merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kecepatan munculnya penyakit dimana semakin sedikit jumlah inokulum awal, maka semakin lama terjadi penyakit pada tanaman.

4.3.2 Diameter Pertumbuhan Gejala Penyakit antraknosa yang Disebabkan oleh Jamur *C. gloeosporioides* pada Buah Apel

Analisis ragam diameter pertumbuhan gejala penyakit jamur *C. gloeosporioides* pada buah apel secara *in vivo* menunjukkan bahwa pada pengamatan hari pertama hingga ketiga tidak berbeda nyata terhadap pemberian konsentrasi minyak atsiri, tetapi hari keempat hingga hari keempat belas menunjukkan berbeda nyata. Pada semua perlakuan munculnya gejala antraknosa yang disebabkan Jamur *C. gloeosporioides* pada hari ketiga pengamatan.

Tabel 5. Rerata Diameter Gejala Penyakit Antraknosa yang Disebabkan Jamur *C. gloeosporioides* pada Buah Apel.

Perlakuan	Rata-rata Diameter Jamur (cm)							
	2 HSI	3 HSI	4 HSI	5 HSI	6 HSI	7 HSI	8 HSI	9 HSI
Kontrol	0.00	0.03	0.28	0.53 ab	0.9 b	1.2 b	1.48 b	1.77 b
500 ppm	0.00	0.26	0.48	0.81 b	1.19 b	1.53 b	1.84 b	2.14 b
750 ppm	0.00	0.02	0.17	0.48 ab	0.82 ab	1.1 ab	1.45 b	1.71 b
1000 ppm	0.00	0.13	0.31	0.73 b	1.14 b	1.42 b	1.77 b	2.03 b
1250 ppm	0.00	0.08	0.22	0.53 ab	0.94 b	1.21 b	1.48 b	1.70 b
1500 ppm	0.00	0.02	0.08	0.27 a	0.54 a	0.72 a	0.92 a	1.13 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%. Sebelum dianalisis data ditransformasikan dengan arcsin.

Lanjutan Tabel 5. Rerata Diameter Gejala Penyakit Antraknosa yang Disebabkan Jamur *C. gloeosporioides* pada Buah Apel.

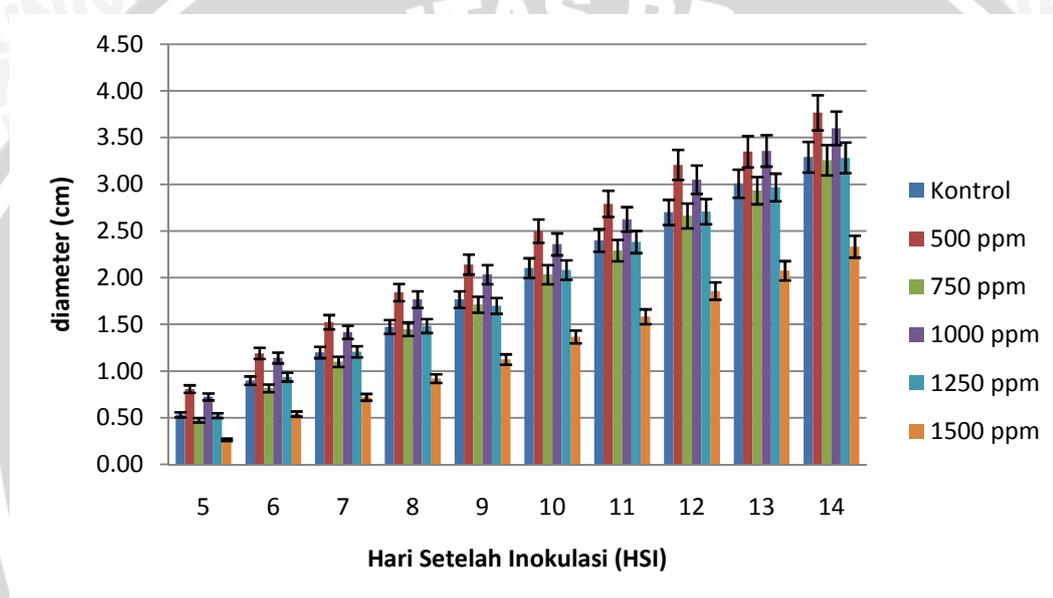
Perlakuan	rata-rata Diameter Jamur (cm)				
	10 HSI	11 HSI	12 HSI	13 HSI	14 HSI
Kontrol	2.10 b	2.40 b	2.70 b	3.01 b	3.29 b
500 ppm	2.50 b	2.79 b	3.21 b	3.35 b	3.77 b
750 ppm	2.03 b	2.29 b	2.66 b	2.93 b	3.26 b
1000 ppm	2.36 b	2.63 b	3.05 b	3.36 b	3.60 b
1250 ppm	2.08 b	2.38 b	2.71 b	2.97 b	3.28 b
1500 ppm	1.37 a	1.58 a	1.86 a	2.08 a	2.33 a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 5%. Sebelum dianalisis data ditransformasikan dengan arcsin.

Pada hari kelima pengamatan perlakuan 500 ppm dan 100 ppm berbeda nyata terhadap perlakuan 1500 ppm. Hari enam dan ketujuh pengamatan perlakuan kontrol, 500 ppm, 1000 ppm, dan 1250 ppm berbeda nyata terhadap perlakuan 1500 ppm. Perlakuan kontrol, 500 ppm, 750 ppm, 1000 ppm, 1250 ppm berbeda nyata terhadap perlakuan 1500 ppm pada pengamatan kedelapan hingga keempat

belas hari (tabel 5). Sehingga penekanan minyak atsiri konsentrasi 1500 ppm terhadap pertumbuhan gejala penyakit jamur *C. gloeosporioides* pada buah apel terlihat sejak 8 hari pengamatan.

Gambar 15 menunjukkan diameter pertumbuhan gejala penyakit jamur *C. gloeosporioides* pada buah apel secara *in vivo*. Secara umum diameter gejala penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* selalu bertambah seiring dengan waktu pengamatan. Diameter gejala tertinggi yaitu perlakuan minyak atsiri serai wangi dengan konsentrasi 500 ppm, kemudian 1000 ppm, kontrol, 1250 ppm, 750 ppm, dan diameter paling rendah yaitu 1500 ppm.

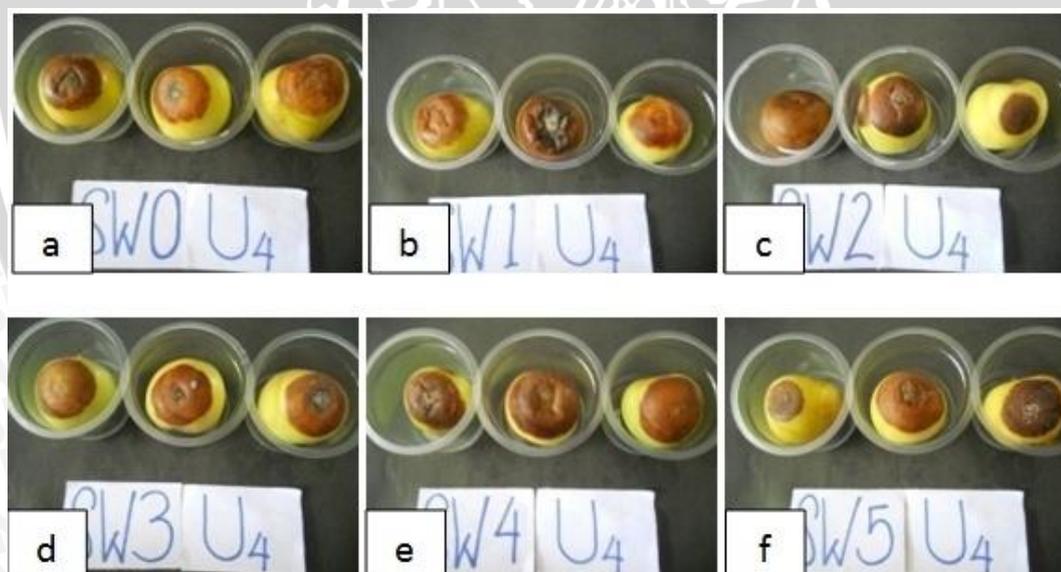


Gambar 15. Grafik Rerata Diameter Gejala Penyakit antraknosa yang disebabkan oleh Jamur *C. gloeosporioides* pada Buah Apel.

Pertumbuhan gejala dengan konsentrasi 500 ppm dan 1000 ppm lebih tinggi daripada perlakuan kontrol. Hal ini bisa terjadi karena adanya aktifitas metabolisme antara buah apel dan minyak atsiri serai wangi yang dapat mempercepat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada konsentrasi tersebut. Namun penghambatan minyak atsiri serai wangi paling efektif ditunjukkan pada konsentrasi 1500 ppm. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri maka semakin banyak kandungan senyawa aktif yang berfungsi sebagai antifungi. Sehingga minyak atsiri yang menempel pada permukaan buah apel juga semakin besar yang menyebabkan proses penetrasi jamur masuk ke buah apel semakin sulit. Hal ini menyebabkan gejala penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* yang muncul pada buah apel berdiameter kecil.

Menurut Abd-Alla *et al* (2009) diperlukan konsentrasi minyak atsiri yang sangat tinggi bila diterapkan langsung pada buah. Namun juga harus diperhatikan kondisi fisik buah apabila pengaplikasian minyak atsiri dengan konsentrasi tinggi.

Hasil uji minyak atsiri serai wangi terhadap pertumbuhan gejala penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro* dan *in vivo* berbeda. Secara *in vitro* semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri berbanding lurus dengan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* tetapi tidak dengan *in vivo*. Pertumbuhan jamur paling tinggi ditunjukkan dengan konsentrasi 500 ppm dan diikuti oleh 1000 ppm, kontrol, 1250 ppm, 750 ppm, dan 1500 ppm. Hasil tersebut dapat disebabkan karena adanya interaksi antara senyawa fenolik dan senyawa pada buah. Banyaknya senyawa yang terkandung pada buah khususnya buah apel memungkinkan untuk mikroorganisme mencapai tingkat replikasi maksimal dan masih memiliki kelebihan nutrisi untuk perbaikan dan bergantian komponen seluler. Akibatnya diharapkan dengan pemberian minyak atsiri serai wangi, jamur diharapkan menunjukkan peningkatan resistensi terhadap perbedaan konsentrasi minyak atsiri (Espitia *et al*, 2012).



Gambar 16. Perkembangan jamur *C. gloeosporioides* pada buah apel setelah diberi perlakuan berbagai konsentrasi minyak atsiri serai wangi yaitu (a) kontrol, (b) 500 ppm, (c) 750 ppm, (d) 1000 ppm, (e) 1250 ppm, (f) 1500 ppm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa buah apel yang terserang jamur *C. gloeosporioides* akan menunjukkan gejala berupa bintik kecil berwarna coklat (gambar 16). Gejala semula berukuran kecil dan semakin luas dengan sejalannya

waktu pengamatan. Bagian pusat gejala akan mengendap, sehingga mirip seperti sedikit cekung berwarna coklat tua hingga hitam. Apabila buah apel bergejala dibelah akan membentuk pola V. Pada pusat bercak akan terdapat jaringan jamur yang kecil berwarna hitam dan ada yang berwarna seperti karat atau jingga. Pada kondisi lembab jamur yang menyebabkan antraknosa menghasilkan cincin spora berwarna oranye berlendir pada permukaan gejala, tapi warna oranye jarang terlihat pada buah kering (Rosenberger, 2012).

Pemberian konidia pada permukaan buah apel dengan cara buah apel ditusuk terlebih dahulu kemudian ditetesi suspensi inokulum dengan kerapatan 10^6 spora/ml *C. gloeosporioides* sebanyak 0,1 ml ditetesi diatas tusukan tersebut. Infeksi pada buah terjadi melalui inti sel pada buah yang telah matang. Konidium membentuk buluh kecambah yang membentuk apresorium pada ujungnya. Penetrasi terjadi langsung dengan menembus kutikula, merusak dinding sel dan benang-benang jamur berkembang didalam sel (Semangun, 2000).

Pemberian minyak atsiri serai wangi terhadap buah apel harus dilakukan secara hati-hati. Buah apel yang telah diberi minyak atsiri serai wangi harus kering anginkan terlebih dahulu pada tempat yang terbuka selama satu malam sebelum dilakukan penyimpanan. Apabila setelah pemberian minyak atsiri serai wangi buah apel langsung disimpan ditempat yang tertutup maka menyebabkan permukaan kulit buah apel berubah warna. Kulit buah apel yang mulanya berwarna hijau berubah menjadi warna kecokelatan seperti gambar 17.



Gambar 17. Pengaruh minyak atsiri serai wangi terhadap kulit buah apel.

Berdasarkan penelitian pendahuluan warna kulit buah apel yang berubah menjadi kecokelatan tetapi daging buah tetap keras atau tidak bergejala seperti busuk. Perubahan warna kulit buah apel diduga adanya interaksi antara senyawa yang terkandung pada minyak atsiri serai wangi dan senyawa yang terkandung

dalam buah apel pada keadaan tempat penyimpanan tertutup. Warna cokelat pada kulit kulit buah apel dapat disebabkan oleh tanin yang terkandung pada kulit buah apel. Kulit buah apel mengandung senyawa polifenol yang merupakan turunan asam fenolik, flavonoid, dan tannin (Alberto *et al*, 2006). Tanin merupakan antioksidan berjenis polifenol yang mampu mencegah atau menetralkan efek radikal bebas yang merusak. Senyawa ini dapat larut dalam air dan mudah teroksidasi melalui udara. Pada jaringan tanaman tanin membentuk warna gelap seperti cokelat.

4.4 Pengaruh Konsentrasi Minyak Atsiri Serai Wangi (EC₅₀ dan MIC) terhadap Penghambatan Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides*

Effective Concentration (EC₅₀) merupakan konsentrasi yang digunakan untuk dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur sebesar 50%. Secara *in vitro* dan *in vivo* data diameter pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dan diameter gejala antraknosa telah diketahui, sehingga dapat diketahui nilai EC₅₀ minyak serai wangi menggunakan program Analisis Probit Hsinchi (1997) (lampiran 9 dan 10). Berdasarkan hasil analisis Probit nilai EC₅₀ minyak serai wangi dalam menghambat pertumbuhan *C. gloeosporioides* secara *in vitro* yaitu 986,84 ppm yang diamati pada 7 HSI, sedangkan nilai EC₅₀ minyak serai wangi dalam menghambat pertumbuhan *C. gloeosporioides* secara *in vivo* yaitu 1779,55 ppm yang diamati pada 14 HSI (tabel 6).

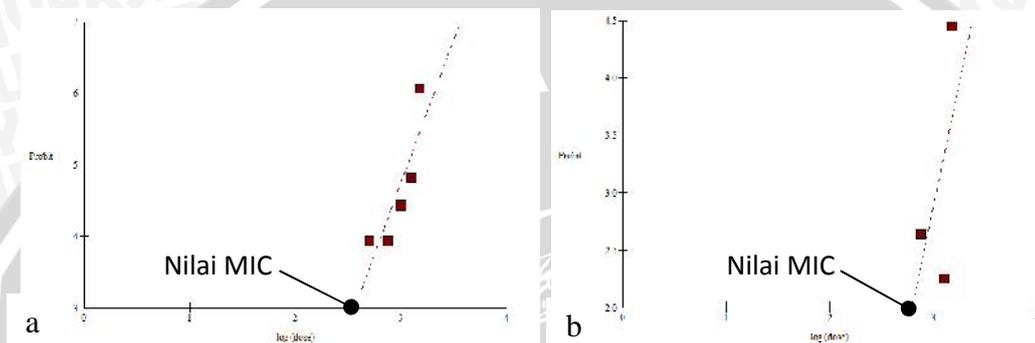
Tabel 6. Nilai EC₅₀ dan MIC minyak atsiri serai wangi

Perlakuan	Persamaan	EC ₅₀ (ppm)	MIC (ppm)
<i>In vitro</i>	$y = -6,178 + 3,733x$	986,84	45,18
<i>In vivo</i>	$y = -26,718 + 9,758x$	1779,55	547,09

Keterangan: Nilai EC₅₀ dan persamaan dihitung dengan program Analisis Probit Hsinchi (1997).

Nilai EC₅₀ minyak atsiri serai wangi dalam menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* pada perlakuan *in vitro* dan *in vivo* memiliki nilai yang berbeda. Konsentrasi minyak atsiri serai wangi pada perlakuan *in vivo* lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan *in vitro* dalam menyebabkan penghambatan pertumbuhan hingga 50% jamur *C. gloeosporioides*.

Sehingga dapat dikatakan bahwa minyak atsiri serai wangi dapat menghambat pertumbuhan gejala penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* pada buah apel membutuhkan konsentrasi yang lebih tinggi daripada perlakuan *in vitro*. Nilai EC_{50} berbanding terbalik dengan aktivitas antifungi suatu senyawa. Semakin besar nilai EC_{50} maka aktivitas antifungi semakin kecil, artinya konsentrasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan aktivitas antiifungi sebesar 50% semakin besar (Widyaningsih, 2010).



Gambar 18. Grafik probit hubungan \log konsentrasi minyak atsiri serai wangi dengan penghambatan jamur *C. gloeosporioides* pada perlakuan; a. *in vitro*; b. *in vivo*.

Gambar 18 merupakan grafik probit yang dihasilkan oleh program analisis probit Hsinchi pada saat menganalisis probit minyak serai wangi dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*. Persamaan regresi menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi pada perlakuan *in vitro* dan *in vivo* bernilai positif. Nilai kemiringan garis regresi tersebut memberikan arti bahwa dengan meningkatnya konsentrasi minyak atsiri serai wangi akan menyebabkan penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dengan tingkat hambatan searah dengan garis regresi tersebut. Semakin besar tingkat kemiringan garis regresi dapat diartikan bahwa pengaruh konsentrasi minyak atsiri serai wangi terhadap penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* semakin tinggi.

Perlakuan *in vitro* memiliki koefisien regresi variable konsentrasi (X) sebesar 3,733. Artinya jika konsentrasi minyak atsiri serai wangi mengalami kenaikan 1 ppm, maka penghambatan jamur *C. gloeosporioides* akan mengalami peningkatan sebesar 3,733. Begitu pula dengan perlakuan *in vivo* memiliki

koefisien regresi variable konsentrasi (X) sebesar 9,758. Artinya jika konsentrasi minyak atsiri serai wangi mengalami kenaikan 1 ppm, maka penghambatan jamur *C. gloeosporioides* akan mengalami peningkatan sebesar 9,758.

Minimum inhibitory concentration (MIC) merupakan nilai konsentrasi minyak atsiri serai wangi terendah yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides*. Artinya konsentrasi minimum minyak atsiri serai wangi yang harus diberikan agar dapat mengendalikan pertumbuhan jamur. Berdasarkan persamaan regresi yang terdapat pada tabel 6 nilai MIC minyak atsiri serai wangi dalam menghambat pertumbuhan jamur secara *in vitro* sebesar 45,18 ppm dan perlakuan *in vivo* sebesar 547,09 ppm. Nilai MIC didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan regresi masing-masing perlakuan. Perhitungan nilai MIC disajikan pada lampiran 11.

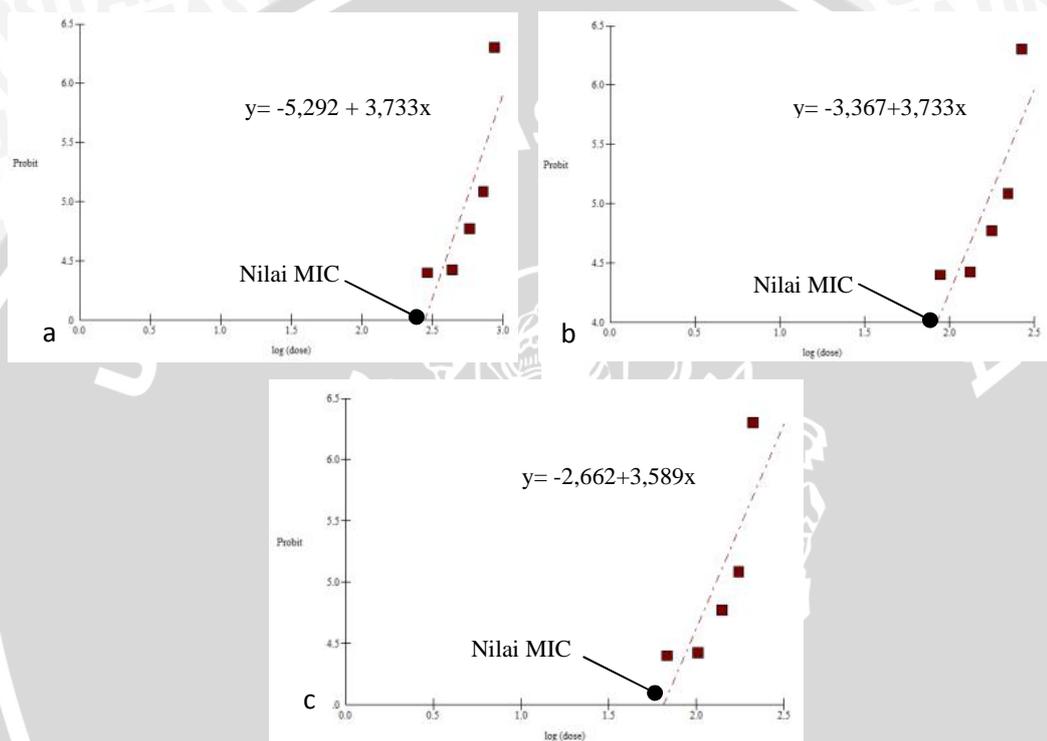
Sitronellal, geraniol dan sitronellol merupakan senyawa yang dimiliki oleh minyak atsiri serai wangi. Namun penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* belum diketahui secara khusus disebabkan oleh senyawa apa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi karena tidak dilakukannya *fraksinasi* atau pemisahan setiap senyawa yang terkandung. Berdasarkan lampiran 8 diketahui jumlah konsentrasi senyawa (ppm) yang terkandung pada setiap perlakuan konsentrasi. Sehingga dapat ditentukan nilai EC_{50} dan MIC untuk masing-masing senyawa terhadap daya penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Nilai EC_{50} dan MIC senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi

Perlakuan	Senyawa	Persamaan	EC_{50} (ppm)	MIC (ppm)
<i>In vitro</i>	Sitronellal	$y = -5,292 + 3,733x$	571,58	26,30
	Geraniol	$y = -3,367 + 3,733x$	174,28	7,94
	Sitronellol	$y = -2,662 + 3,589x$	136,38	5,50
<i>In vivo</i>	Sitronellal	$y = -24,404 + 9,758x$	1030,72	316,23
	Geraniol	$y = -19,370 + 9,758x$	314,27	97,72
	Sitronellol	$y = -17,433 + 9,350x$	250,71	72,44

Senyawa sitronellol memiliki nilai EC_{50} dan MIC paling rendah diikuti oleh geraniol dan sitronellol baik pada perlakuan *in vitro* maupun *in vivo*. Semakin rendah nilai EC_{50} dan MIC maka aktifitas antifungi setiap senyawa semakin

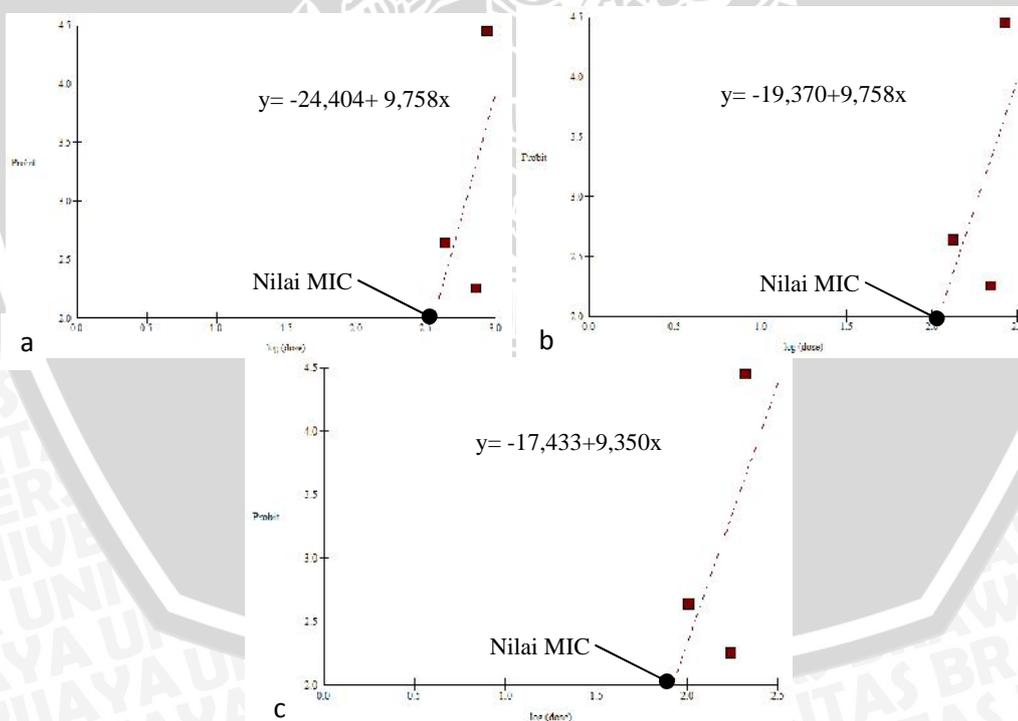
tinggi. Setiap senyawa memiliki sifat antifungi yang berbeda-beda, karena setiap senyawa memiliki struktur kimia yang berbeda-beda pula. Ini dibuktikan senyawa sitronellol dengan konsentrasi 136,38 ppm telah mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* hingga 50%, sedangkan untuk senyawa geraniol dan sitronellal dengan konsentrasi masing-masing 174,28 ppm dan 571,58 ppm baru dapat menghambat hingga 50% pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro*.



Gambar 19. Grafik probit hubungan \log konsentrasi senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi terhadap penghambatan jamur *C. gloeosporioides* pada perlakuan *in vitro*; a. sitronellal; b. geraniol; c. sitronellol

Hubungan antara konsentrasi senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi dan penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* ditunjukkan pada gambar 19. Pada gambar tersebut garis persamaan regresi menunjukkan bahwa nilai koefisiensi bernilai positif. Arah koefisien regresi bernilai positif tersebut memberikan arti bahwa semakin meningkatnya konsentrasi sitronellal, geraniol, dan sitronellol maka penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* semakin tinggi.

Pada perlakuan *in vivo* senyawa sitronellol juga memiliki nilai EC₅₀ dan MIC terendah. Senyawa ini mampu menghambat gejala penyakit antraknosa hingga 50% dengan konsentrasi 250,71 ppm, sedangkan konsentrasi senyawa sitronellal dan geraniol dalam menghambat pertumbuhan penyakit antraknosa hingga 50% membutuhkan konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 1030,72 ppm dan 314,27 ppm. Sehingga dapat dikatakan bahwa senyawa sitronellol mempunyai sifat antifungi yang cukup tinggi karena hanya dengan pemberian konsentrasi yang sedikit mampu menghambat pertumbuhan penyakit antraknosa pada buah apel hingga 50%. Nilai MIC senyawa sitronellal, geraniol dan sitronellol dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* masing-masing 316,23 ppm, 97,72 ppm, dan 72,44 ppm. Artinya konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi minimum yang harus diberikan pada buah apel agar perkembangan penyakit antraknosa dapat dikendalikan.



Gambar 20. Grafik probit hubungan *log* konsentrasi senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi terhadap penghambatan jamur *C. gloeosporioides* pada perlakuan *in vivo*; a. sitronellal; b. geraniol; c. sitronellol

Hubungan antara konsentrasi senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi dan penghambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* ditunjukkan pada gambar 20. Pada gambar tersebut garis persamaan regresi menunjukkan bahwa nilai koefisiensi bernilai positif. Arah koefisien regresi bernilai positif memberikan arti bahwa semakin meningkatnya konsentrasi sitronellal, geraniol, dan sitronellol maka penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* semakin tinggi.

Dilihat dari grafik pada gambar 19 dan 20 bentuk hubungan antara 2 variabel menyatakan korelasi positif. Hubungan positif menyatakan hubungan semakin besar nilai pada variable x (log konsentrasi) diikuti pula perubahan dengan semakin besarnya nilai pada variable y (probit).



V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa minyak atsiri serai wangi (*C. winterianus*) mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* penyebab penyakit antraknosa buah apel secara *in vitro* maupun *in vivo*. Berdasarkan hasil GC-MS senyawa dominan yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi yaitu sitronellal 57,92%, geraniol 17,66%, dan sitronellol 13,59%.

Konsentrasi minyak atsiri serai wangi 1500 ppm efektif menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro* dan *in vivo*. Persentase hambatan pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* sebesar 90,22% dan menekan pertumbuhan misellium jamur sebesar 55 mg. Masa inkubasi jamur *C. gloeosporioides* untuk menimbulkan gejala penyakit antraknosa pada buah apel 6,08 HSI pada konsentrasi 1500 ppm. Gejala antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. gloeosporioides* yang ditimbulkan pada buah apel dengan konsentrasi 1500 ppm yaitu 2,33 cm. Nilai EC_{50} minyak atsiri serai wangi dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro* dan *in vivo* yaitu 986,84 ppm dan 1779,55 ppm. Sedangkan nilai MIC minyak atsiri serai wangi dalam menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro* dan *in vivo* yaitu 45,18 ppm dan 547,09 ppm.

5.2 Saran.

Minyak atsiri serai wangi terbukti dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Namun pengendalian menggunakan minyak atsiri serai wangi belum spesifik karena mengandung beberapa senyawa yang bersifat antifungi. Oleh karena itu perlu adanya penelitian lanjutan dengan melakukan fraksinasi setiap senyawa yang terkandung dalam minyak atsiri serai wangi untuk mengendalikan pada jamur *C. gloeosporioides*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Alla, M.A., N.S. El-Mougy, dan N.G. El-Gamal. 2009. Formulation of Essential Oils and Yeast for Controlling Postharvest Decay of Tomato Fruits. *Plant Pathol. Bul.* 18(1) : 23-33.
- Abd-Alla, M.A., Nadia, G. El-Gamal, dan E.R. Hamed. 2013. Effect of Some Natural Plant Extracts & Plant Essential Oils on Suppressive of *Penecillium digitatum* (Pers.:Fr.) Sacc. and its enzyme activity which caused Citrus Green Mold for Navel Oranges in Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(6): 4073-4080.
- Aifaa, Y.N.H, R. Semiah, M.Md. Radzi, O. Zaulia. 2012. Effect Of *Cymbopogon Nardus* On Incidence Of Anthracnose Disease And Postharvest Quality Of Dragon Fruit During Storage. *Ishs Acta Horticulturae*. VII International Postharvest Symposium. <http://www.actahort.org/books/1012.htm>. Diakses 7 Maret 2014.
- Alberto, M.R., M.A.R. Canavosio, M.C.M. de Nadra. 2006. Antimicrobial effect of polyphenols from apple skins on human bacterial pathogens. *Electronic Journal of Biotechnology*. Special issue. Vol.9 No. 3.
- Andaiyani. 2013. Pengertian Reaksi Dekomposisi. <http://id.shvoong.com>. Diakses tanggal 12 Juli 2014
- Anonym^a. 2014. Hama dan Penyakit Tanaman. *Trubus* vol 9. www.Trubus-online.co.id. Diakses tanggal 30 Januari 2014.
- Anonym^b. 2005. Postharvest Diseases of Apples and Pears : Gray Mold. www.decay.tfrec.wsu.edu. Diakses tanggal 1 Maret 2014
- Aoudou Y., T. N. Leopold, J. D. P. Michel, E. F. Xavier dan M. C. Moses. 2010. Antifungal properties of essential oils and some constituents to reduce foodborne pathogen. *Academic Journals*. 1(1): 001-008.
- Astuti, S.H. 2014. Persyaratan Tanaman Apel Tumbuh Baik. Pusat Penyuluhan Pertanian, Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian. <http://cybex.deptan.go.id/penyuluhan>. Diakses tanggal 5 Februari 2014
- Babadoost, M. 2005. Report On Plant Disease: Bitter Rot Of Apple. Department Of Crop Sciences University Of Illinois At Urbana. Rpd No. 818. hal 1-3.
- Ben-yephet, Y. M. Reuven, dan A. Genizi. 1994. Effect inoculums depth and density on fusarium wilt in carnations. *Phytopathol.* 84: 1393-1398.
- Biggs, A.R. 1999. Effects of calcium salts on apple bitter rot caused by two *Colletotrichum* spp. *Plant Dis.* 83: 1001-1005.

- Budiyanto, A.K. 2009. Nutrisi Mikroba, Sebuah Esensi Dasar Untuk Kehidupan Mikroba. <http://zaifbio.wordpress.com>. Diakses tanggal 11 Juli 2014
- Budiyanto, A.K. 2010. Pertumbuhan Mikroorganisme. <http://zaifbio.wordpress.com>. Diakses tanggal 11 Juli 2014
- Clements, F.E dan C.L. Shear. 1957. The Genera of Fungi. Hafner Publishing co. New York.
- De-Billerbeck, V.G., C.G. Roques, J.M. Bessiere, J.L. Fonvielle, dan R. Dargent. 2001. Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*. *Can J Microbiol.* 47: 9-17.
- De-Oliveira, W.A., F.D.O. Pereira, G.C.D.G. De Luna, I.O. Lima, P.A. Wanderley, R.B. de Lima, E.D.O. Lima. 2011. Antifungal activity of *Cymbopogon winterianus* jowitt ex bor against *Candida albicans*. *Braz. J. Microbiol.* 42(2).
- Dhanvanteri, B.N. 1969. Bacterial Blister Spot Of Apple In Ontario. *Can. Plant Dis. Surv.* 49 (2): 36-37.
- Djoar, D.W., P. Sahari, dan Sugiyono. 2011. Studi Morfologi Dan Analisis Korelasi Antar Karakter Komponen Hasil Tanaman Sereh Wangi (*Cymbopogon* sp.) Dalam Upaya Perbaikan Produksi Minyak. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- El-Assiuty, E.M., F.M. Bekheet, Z.M. Fahmy, A.M. Ismae, dan T.S.M. El-Alfy. 2006. Potentiality of some Isolated Compounds from Halfa Barr (*Cymbopogon proximus* Stapf.) against the Toxigenic Fungi *Fusarium verticillioides* and *Aspergillus flavus*. *Egypt. J. Phytopathol.* 34 (2): 75-84.
- El-Assiuty, E.M., Z.M. Fahmy, F.M. Bekheet, A.M. Ismae, dan Hob-Allah. 2006. Effect of some medicinal and indigenous plant Extracts on some plant pathogens and mycotoxin production *in vitro*. *Egypt. J. Agric. Res.*, 84 (5): 1345-1358.
- Ellis, M.A. 2008. Bitter Rot of Apples. Department of Plant Pathology. The Ohio State University. HYG-3302-08.
- Espitia , P. J. P., N. F. F. Soares, L. C. M. Botti, N. R. de Melo, O. L. Pereira, W. A. da Silva. 2012. Assessment of the efficiency of essential oils in the preservation of postharvest papaya in an antimicrobial packaging system. *Braz. J. Food Technol, Campinas.* 15 (4) : 307-316
- Feriyanto, Y.E., P.J. Sipahutar, Mahfud, dan P. Prihatini. 2013. Pengambilan Minyak Atsiri dari Daun dan Batang Serai Wangi (*Cymbopogon*

- winterianus) Menggunakan Metode Distilasi Uap Air dengan Pemanasan Microwave. *J. Teknik Pomits*. 2 (1) : 93-97.
- Ganjewala, D. 2009. *Cymbopogon* essential oils: Chemical compositions and bioactivitie. *International Journal of Essential Oil Therapeutics*. 3: 56-65.
- Guenther, E. 1987. Minyak Atsiri jilid 1. UI Press. Jakarta.
- Guimaraes, L.G.D.L., M.D.G. Cardoso, P.E.D. Sousa, J.D Andrade, dan S.S. Vieira. 2011. Antioxidant and fungitoxic activities of the lemongrass essential oil and citral. *Rev. Cienc. Agron.*, 42 (2) : 464-472.
- Hariyono. 2007. Uji Antagonis Beberapa Isolat *Trichoderma* sp. secara *In vitro* terhadap *Ganoderma* sp. Penyebab Penyakit Akar Merah pada Akasia (*Acacia mangilum*). Skripsi.FP-UB. Malang.
- Harris, R. 1987. Tanaman Minyak Atsiri. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hartati, S.Y. 2013. Efikasi Formula Fungisida Nabati Terhadap Penyakit Bercak Daun Jahe *Phyllosticta* sp. *Bul. Littro*. 24 (1) : 42-48.
- Helal, G.A., M.M. Sarhan, A.N.A. Shahla, dan E.K.A. El-Khair. 2006. Effect of *Cymbopogon citratus* L. essential oil on growth and morphogenesis of *Saccharomyces cerevisiae* ML2-strain. *J. Basic Microbiol*. 46: 375-86.
- Istianto, M. dan Eliza. 2009. Aktivitas antijamur minyak atsiri terhadap penyakit antraknosa buah pisang di penyimpanan pada kondisi laboratorium. Balai penelitian Tanaman buah tropika. *J. Hort*. 19 (2) : 192-198.
- Joshi, M.S., D. M. Sawant dan A.P. Gaikwad. 2013. Variation in fungi toxicant sensitivity of *Colletotrichum gloeosporioides* isolates infecting fruit crops. *Academic J*. 3(1) : 6-8.
- Kalemba, A. dan A. Kunicka. 2003. Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oil. *Current Medical Chemistry* 10 : 813-829.
- Kaloyanova, F.P., dan M.A. El Batawi. 1991. Human Toxicologi of pesticides. CRC Press. Hal 131.
- Karangan, D. 2004. Uji Potensi Minyak Sereh Wangi Dalam Mengendalikan Cendawan Patogenik Terbawa Benih *Colletotrichum capsici* (SYD.) Butter & Bisby Terhadap Tingkat Kontaminasi Dan Kualitas Fisiologi Benih Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Skripsi. FP-IPB. Bogor.
- Kardinan, A. 2004. Pestisida Nabati Ramuan Dan Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal. 4-7.

- Kardinan, A. 2008. *Pengembangan Kearifan Lokal Pestisida Nabati*. Sinar Tani Edisi 15 – 21 April 2009. No. 3299. Tahun xxxix. Hal.5.
- Koul, P., S. Walia dan G.S. Dhawalia. 2008. Essential Oil as Green Pesticides Potential and Constrains. *Biopestic. Int.* 4(1): 63-84.
- Lestari, R.S.E., D. Mangunwidjaja, A. Suryani, A.M. Fauzi, dan M.S. Rusli. 2012. Kajian Finansial Isolasi Sitronellal Dan Rhodinol Pada Industri Berbasis Senyawa Turunan Minyak Sereh Wangi. *Agrointek Volume 6(1) Maret 2012*.hlm 45.
- Mahalwal, V.S. dan M. Ali. 2003. Volatile constituents of *Cymbopogon nardus* (Linn.) Rendle. *J. Flavour and Fragrance.* 18: 73–76.
- Marlina, S. Hafsa, dan Rahmah. 2012. Efektivitas Lateks Pepaya (*Carica papaya*) Terhadap Perkembangan *Colletotrichum capsici* pada Buah Cabai (*Capicum annum* L). *J. Penelitian Universitas Jambi Seri Sains.* 14 (1) : 57-62
- Martinius, Y. Liswarni, dan Y. Miska. 2010. Uji Konsentrasi Air Rebusan Daun Serai Wangi (*Andropogon Nardus* L.; Graminae) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Colletotrichum gloesporioides* Penz. Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Pepaya secara In Vitro. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Nakahara, K., N.S. Alzoreky, T. Yoshihashi, H.T.T. Nguyen dan G. Trakoontivakorn. 2003. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oil from *Cymbopogon nardus* (Citronellal Grass). *JARQ* 37(4): 249-252.
- Natural Sourcing. 2010. Material Safety Data Sheet Citronellal Essential Oil. www.naturalsourcing.com. Diakses tanggal 25 Juli 2014.
- Nurhayati. 2008. Reaksi Katalis Oksidasi Stirena menjadi Benzaldehida menggunakan Katalis TiO₂-Al₂O₃ (1:1)-U dan TiO₂-Al₂O₃ (1:1)-PEG. Skripsi. FMIPA-UI. Depok.
- Nurmansyah. 2010. Efektivitas Minyak Seraiwangi Dan Fraksi Sitronellal terhadap Pertumbuhan Jamur *Phytophthora palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao. *Bul. Littro.* 21 (1): 43 – 52.
- Omafra. 2011. Blister spot. Ontario Ministry of agriculture and food. <http://www.omafra.gov.on.ca>. Diakses tanggal 5 Maret 2014.
- Pavia, Donald L., Gary M. Lampman, George S. Kritz, dan Randall G. Engel. 2006. *Introduction to Organic Laboratory Techniques* (4th Ed.). Thomson Brooks/Cole. Hal. 797–817.

- Peres, N.A.R., N.L. Souza, T.L. Peever, dan L.W. Timmer. 2004. Plant disease: Benomyl Sensitivity of Isolates of *Colletotrichum Acutatum* And *Colletotrichum Gloeosporioides* From Citrus. The American Phytopathological Society. 88 (2) : 126.
- Pina-Vaz, C., A.G. Rodrigues, E. Pinto, S.C. de-Oliveira, C. Tavares, L. Salgueiro, C Cavaleiro, M.J. Goncalves, J.M. de-Oliveira. 2004. Antifungal activity of *Thymus* oils and their major compounds. *J. European Academy of Dermatology and Venereology*. 18 : 73–78
- Purnomo, D. 2008. Aplikasi Getah Dua Genotipe Pepaya Betina Sebagai Biofungisida Untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici* (Syd.) Bult. Et. Bisby) pada Cabai Merah Besar (*Capsicum annum* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Rahmah, N. dan A. Rahman. 2010. Uji fungistatik Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) terhadap *Candida albicans*. *Bioscientiae* vol. 07 no. 2. Hal 21.
- Rivard, C. 2007. *Phytophthora cactorum*. Soilborne Plant Pathogens. Department of Plant Pathology. North Carolina State University.
- Rosenberger, D., K. Cox, A. Rugh, S. Villani, dan Z. Fredericks. 2012. A New Fungicide for Controlling Summer Diseases on Apples?. *New York Fruit Quarterly*. 20(4) : 9-13.
- Saenong, M.S. 2007. Beberapa Senyawa Pestisida yang Berbahaya. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XVIII Komda Sul-Sel.
- Santoso, H.B. 1992. Sereh Wangi, Bertanam dan Penyulingan. Kanisius. Jakarta.
- Santoso, H.B. 1993. Akar Wangi, Bertanam dan Penyulingan. Kanisius. Jakarta.
- Saputra, M.I. 2011. Penggunaan Ekstrak Air Daun Serai Wangi (*Andropogon Nardus* L.) untuk Pengendalian Jamur *Erysiphe cichoracearum* D.C Ex. Merat Penyebab Penyakit Tepung (Powdery Mildew) pada Mentimun (*Cucumis Sativus* Linn). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Semangun, H. 1994. Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Hal. 850.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. Hal. 835.
- Siripornvisal, S., W. Rungprom dan S. Sawatdikarn. 2009. Antifungal activity of essential oils derived from some medicinal plants against grey mould

(*Botrytis cinerea*). As. J. Food Ag-Ind. Special Issue, S229-S233. hlm 229-233.

Smith, L. J., M. K. Smith, D. Tree, D. O'Keefe, V. J. Galea. 2008. Development of a small-plant bioassay to assess banana grown from tissue culture for consistent infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Aus. Plant Pathol. 37(2) : 171-179

Soelarso. R.B. 1996. Budidaya Apel. Kanisius. Yogyakarta.

Sommer, N.F. 1985. Role of controlled environments in suppression of postharvest diseases. Can. J. Plant Pathol. 7:331-339.

Sudarmo, S. 2005. Pestisida Nabati: Pembuatan dan Pemanfaatannya. Kanisius. Yogyakarta. hal 4-5.

Sukanto, M. Djazuli, dan D. Suheryadi. 2011. Seraiwangi (*Cymbopogon nardus* L) Sebagai Penghasil Minyak Atsiri, Tanaman Konservasi Dan Pakan Ternak. Dalam Seminar Nasional Inovasi Perkebunan 2011. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bogor.

Sumardiyono C., T. Joko, Y. Kristiawati, dan Y. D. Chinta. 2011. Diagnosis Dan Pengendalian Penyakit Antraknosa pada Pakis dengan Fungisida. *J. HPT Tropika*. 11(2) : 194-200.

Tzortzakis N.G. dan C.D. Economakis. 2007. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. Department of Hydroponics and Aromatic plants, Institute of Olive Tree and Subtropical Plants, National Agricultural Research Foundation (N.AG.RE.F.).

Utami, O.Y. 2011. Komponen Minyak Atsiri Daun Sirih (*Piper Betle* L.) dan Potensinya dalam Mencegah Ketengikan Minyak Kelapa. Skripsi. FMIPA. IPB. Bogor.

Van Der Zwet, T., K.S. Yoder, dan A.R. Biggs. 2009. Blister Spot *Pseudomonas Syringae* Pv. *Papulans*. Davis college of agriculture, Forestry, and Consumer service. Morgantown, West Virginia. USA.

Widyaningsih, W. 2010. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Dewa (*Gynura procumbens*) dengan Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. ISBN : 978-979-18458-2-3

Wijsekera, R.O.B. 1973. The chemical composition and analysis of citronellal oil. J. of the National Science Council of Sri Lanka. 1 : 67-81

Xiao C.L. dan Y.K. Kim.2008. Postharvest Fruit Rots in Apples Caused by *Botrytis cinerea*, *Phacidiopycnis washingtonensis*, and *Sphaeropsis pyriputrescens*. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2008-0919-01-DG.

Zangoei E., H.R. Etebarian dan N. Saheban. 2014. Biological control of apple gray mold by mixtures of *Bacillus Subtilis* and yeast isolates. 8(3): 155-163.

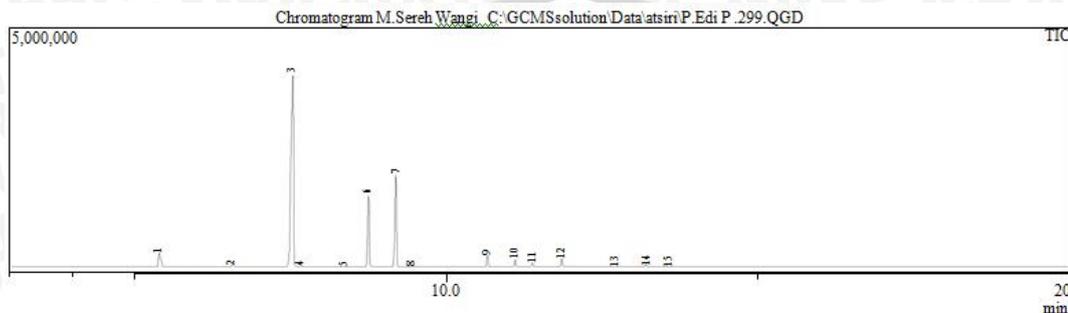
Zivkovic S., N. Trkulja, T. Popovic, V. Oro, dan Z. Ivanovic. 2010. Morphological And Molecular Identification Of *Colletotrichum Gloeosporioides* From *Citrus Reticulata*. Institute for Plant Protection and Environment. Belgrade. Serbia.



Lampiran 1. Analisis Senyawa Minyak Atsiri Serai Wangi

Lab. KIMIA FMIPA - UB

Admin Analyzed by : Admin
 Sample Name : M.Sereh Wangi
 Sample ID : 21 01 14
 Data File : C:\GCMSsolution\Data\atsiri\P.Edi P .299.QGD
 Method File : C:\GCMSsolution\Data\atsiri\M.Atsiri.qgm
 Tuning File : C:\GCMSsolution\System\Tune1\Tuning 2-7-2013.qgt



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height	Height%	A/H	Mark	Name
1	5.366	5.325	5.442	776753	3.58	302755	3.44	2.56		
2	6.551	6.517	6.600	151232	0.70	59370	0.68	2.54		
3	7.521	7.408	7.583	12553355	57.92	4044845	45.99	3.10		
4	7.653	7.583	7.692	121434	0.56	66345	0.75	1.83	V	
5	8.361	8.308	8.400	27634	0.13	20703	0.24	1.33	MI	
6	8.736	8.683	8.800	2944919	13.59	1520211	17.29	1.93		
7	9.176	9.117	9.225	3827254	17.66	1944564	22.11	1.96		
8	9.441	9.383	9.492	43679	0.20	30040	0.34	1.45	MI	
9	10.650	10.617	10.683	368165	1.70	243456	2.77	1.51		
10	11.098	11.067	11.125	232811	1.07	153912	1.75	1.51		
11	11.374	11.342	11.408	137502	0.63	93854	1.07	1.46		
12	11.848	11.808	11.883	308065	1.42	182962	2.08	1.68		
13	12.691	12.642	12.733	32479	0.15	24238	0.28	1.34	MI	
14	13.198	13.167	13.242	94731	0.44	64880	0.74	1.46	MI	
15	13.535	13.475	13.592	54362	0.25	42184	0.48	1.28	MI	
				21674375	100.00	8794319	100.00			

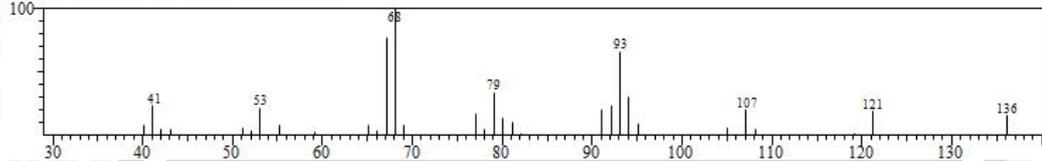
Library

<< Target >>

Line#1 R.Time:5.367(Scan#285) MassPeaks:31

RawMode:Averaged 5.358-5.375(284-286) BasePeak:68.10(46008)

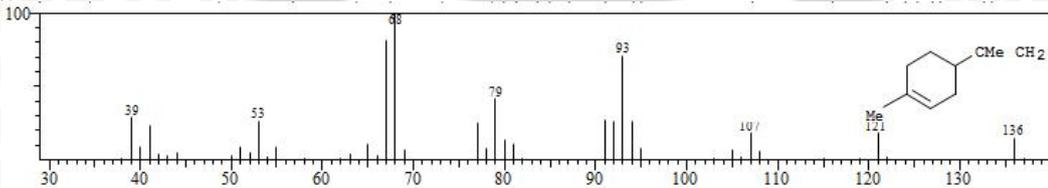
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



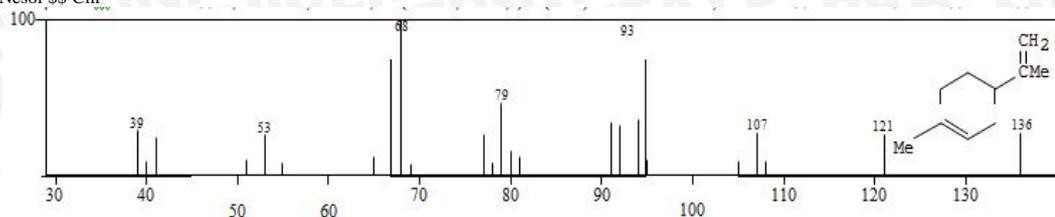
Hit#:1 Entry:26325 Library:WILEY7.LIB

SI:95 Formula:C10 H16 CAS:5989-54-8 MolWeight:136 RetIndex:0

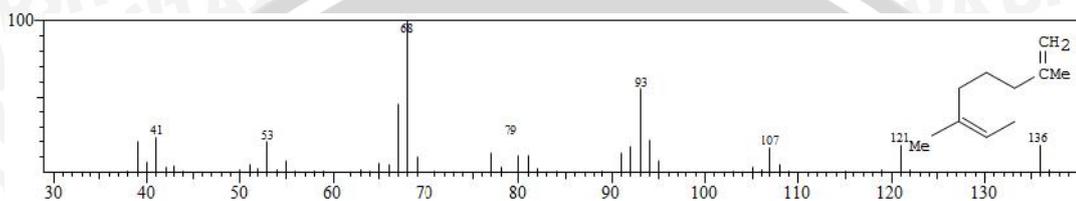
CompName:1-Limonene \$\$ Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (S)- (CAS) \$ (-)-Limonene \$\$ p-Mentha-1,8-diene, (S)-(-) \$ \$ (-)-Limonene



Hit#:2 Entry:26305 Library:WILEY7.LIB
 SI:93 Formula:C10 H16 CAS:138-86-3 MolWeight:136 RetIndex:0
 CompName:dl-Limonene \$\$ Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)- (CAS) 1-P-MENTHA-1,8-DIENE \$\$ Limonene \$Cinen \$\$
 Nesol \$\$ Cin

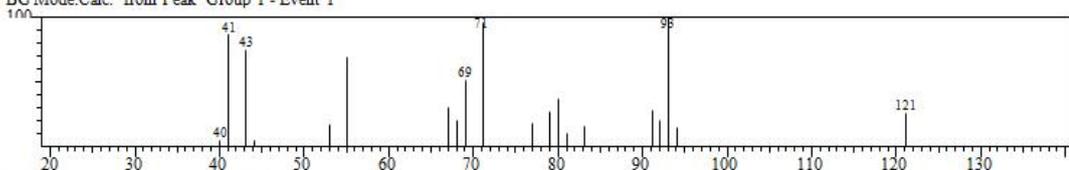


Hit#:3 Entry:26309 Library:WILEY7.LIB
 SI:93 Formula:C10 H16 CAS:5989-27-5 MolWeight:136 RetIndex:0
 CompName:Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (R)- (CAS) D-1,8(9)-P-MENTHADIENE,(D-1-METHYL-4 ISOPROPENYLCYCLOHE

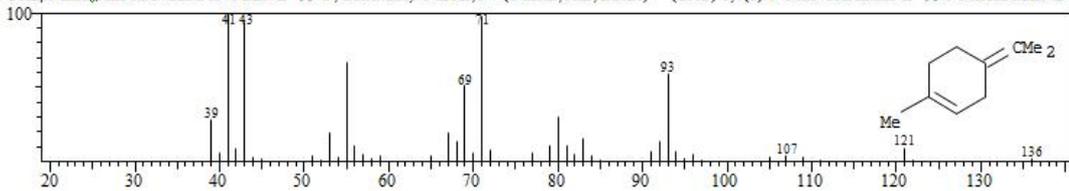


<< Target >>

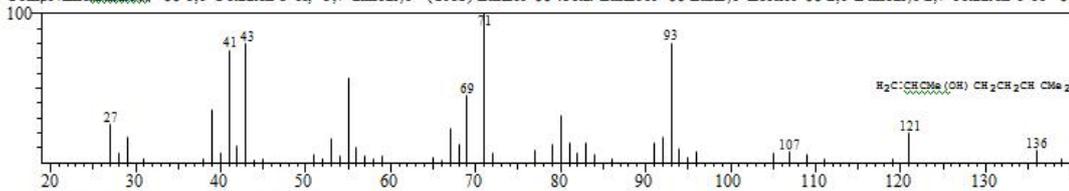
Line#:2 R.Tm:6.550(Scan#:427)...MassPeaks:20
 RawMode:Averaged 6.542-6.558(426-428) BasePeak:93.10(7593)
 BGMode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



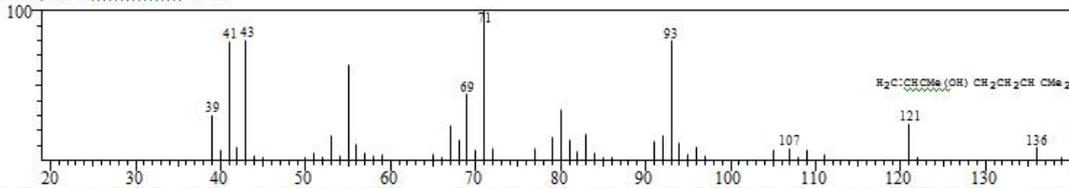
Hit#:1 Entry:26341 Library:WILEY7.LIB
 SI:87 Formula:C10 H16 CAS:586-62-9 MolWeight:136 RetIndex:0
 CompName:ALPHA.-TERPINOLENE \$\$ Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)- (CAS) 1,4(8)-P-MENTHADIENE \$\$ 1-METHYLENE-



Hit#:2 Entry:43703 Library:WILEY7.LIB
 SI:87 Formula:C10 H18 O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:0
 CompName:Linalool \$\$ 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Linalool \$\$.beta.-Linalool \$\$ Linalyl alcohol \$\$ 2,6-Dimethyl-2,7-octadien-6-ol \$\$

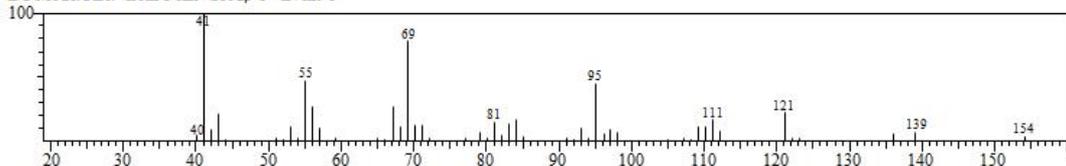


Hit#:3 Entry:42931 Library:WILEY7.LIB
 SI:87 Formula:C10 H18 O CAS:78-70-6 MolWeight:154 RetIndex:0
 CompName:LINALOOL L \$\$

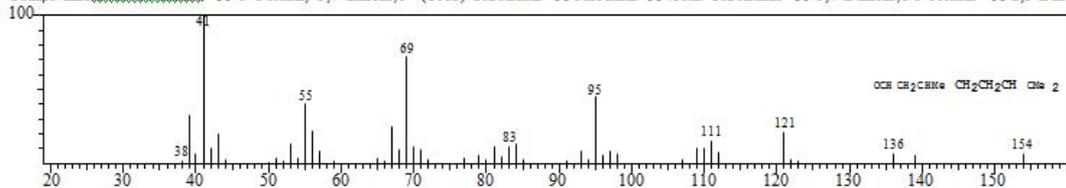


<< Target >>

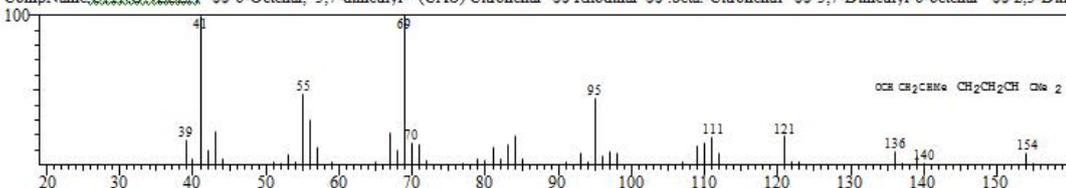
Line# 3 R.Time: 7.525(Scan#: 544) MassPeak: 67
 RawMode: Averaged 7.517-7.533(543-545) BasePeak: 41.10(522255)
 BGMode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



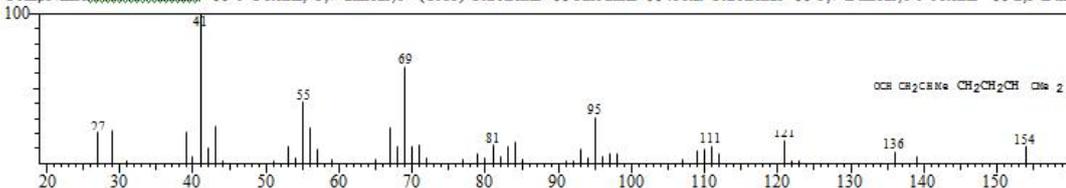
Hit# 1 Entry: 43605 Library: WILEY7.LIB
 SI: 97 Formula: C10 H18 O CAS: 106-23-0 MolWeight: 154 RetIndex: 0
 CompName: CITRONELLA SS 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal SS Rhodinal SS .beta.-Citronellal SS 3,7-Dimethyl-6-octenal SS 2,3-Dihy



Hit# 2 Entry: 43609 Library: WILEY7.LIB
 SI: 96 Formula: C10 H18 O CAS: 106-23-0 MolWeight: 154 RetIndex: 0
 CompName: CITRONELLA SS 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal SS Rhodinal SS .beta.-Citronellal SS 3,7-Dimethyl-6-octenal SS 2,3-Dihy

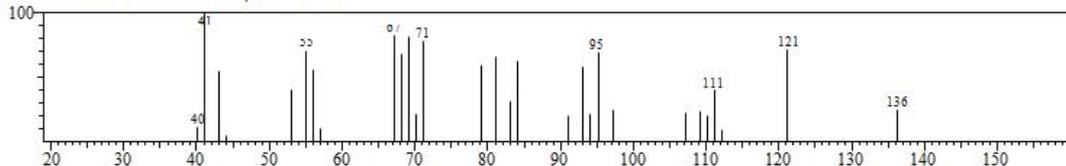


Hit# 3 Entry: 43605 Library: WILEY7.LIB
 SI: 96 Formula: C10 H18 O CAS: 106-23-0 MolWeight: 154 RetIndex: 0
 CompName: CITRONELLA SS 6-Octenal, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellal SS Rhodinal SS .beta.-Citronellal SS 3,7-Dimethyl-6-octenal SS 2,3-Dihy

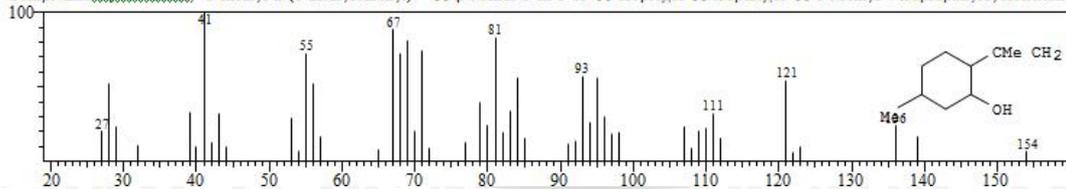


<< Target >>

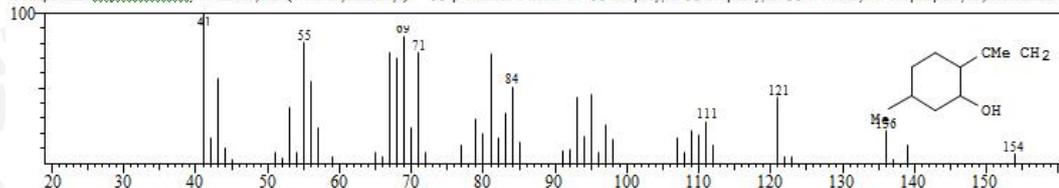
Line# 4 R.Time: 7.650(Scan#: 559) MassPeak: 29
 RawMode: Averaged 7.642-7.658(558-560) BasePeak: 41.10(3858)
 BGMode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



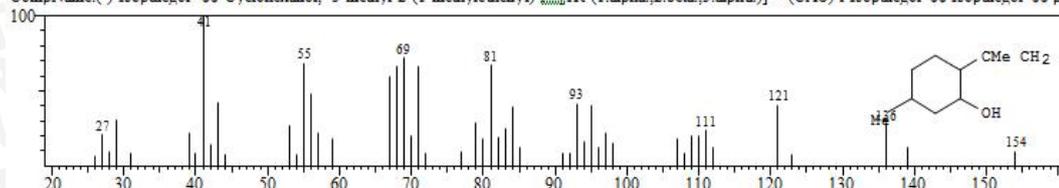
Hit# 1 Entry: 43877 Library: WILEY7.LIB
 SI: 89 Formula: C10 H18 O CAS: 7786-67-6 MolWeight: 154 RetIndex: 0
 CompName: Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)- SS p-Menth-8-en-3-ol SS Isopregol SS Isopulegol SS 1-Methyl-4-isopropenylcyclohexan-



Hit# 2 Entry: 43878 Library: WILEY7.LIB
 SI: 88 Formula: C₁₀ H₁₈ O CAS: 7786-67-6 MolWeight: 154 RetIndex: 0
 CompName: Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)- SS p-Menth-8-en-3-ol SS Isopregol SS Isopulegol SS 1-Methyl-4-isopropenylcyclohexan-

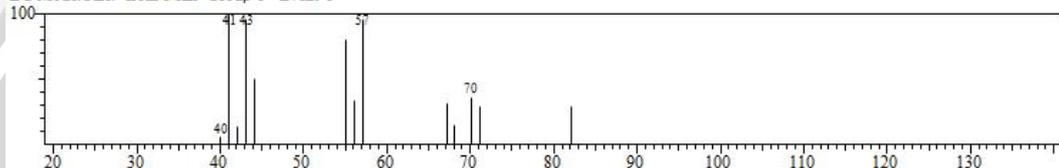


Hit# 3 Entry: 43855 Library: WILEY7.LIB
 SI: 87 Formula: C₁₀ H₁₈ O CAS: 89-79-2 MolWeight: 154 RetIndex: 0
 CompName: (-)-Isopulegol SS Cyclohexanol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-, [1R-(1.alpha.,2.beta.,5.alpha.)]- (CAS) l-Isopulegol SS Isopulegol SS p

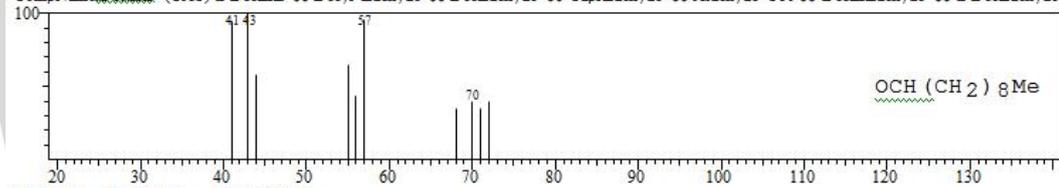


<<Target >>

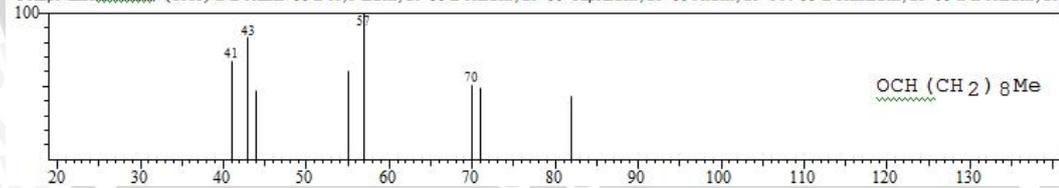
Line#: 5 R.Time: 8.358(Scan#: 644) MassPeaks: 13
 RawMode: Averaged 8.350-8.367(643-645) BasePeak: 41.10(2541)
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



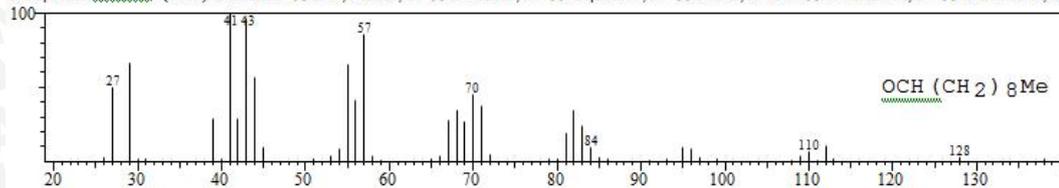
Hit# 1 Entry: 46074 Library: WILEY7.LIB
 SI: 87 Formula: C₁₀ H₂₀ O CAS: 112-31-2 MolWeight: 156 RetIndex: 0
 CompName: Decanal (CAS) n-Decanal SS Decyl aldehyde SS Decaldehyde SS Capraldehyde SS Aldehyde C10 SS Decanaldehyde SS n-Decaldehyde



Hit# 2 Entry: 46075 Library: WILEY7.LIB
 SI: 86 Formula: C₁₀ H₂₀ O CAS: 112-31-2 MolWeight: 156 RetIndex: 0
 CompName: Decanal (CAS) n-Decanal SS Decyl aldehyde SS Decaldehyde SS Capraldehyde SS Aldehyde C10 SS Decanaldehyde SS n-Decaldehyde

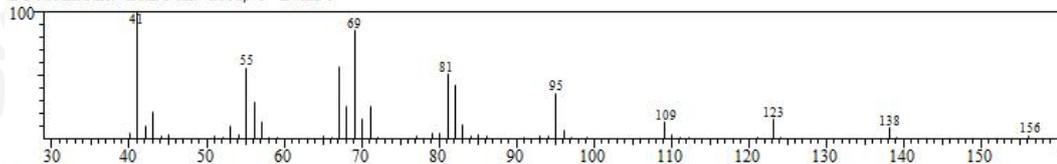


Hit# 3 Entry: 46064 Library: WILEY7.LIB
 SI: 84 Formula: C₁₀ H₂₀ O CAS: 112-31-2 MolWeight: 156 RetIndex: 0
 CompName: Decanal (CAS) n-Decanal SS Decyl aldehyde SS Decaldehyde SS Capraldehyde SS Aldehyde C10 SS Decanaldehyde SS n-Decaldehyde

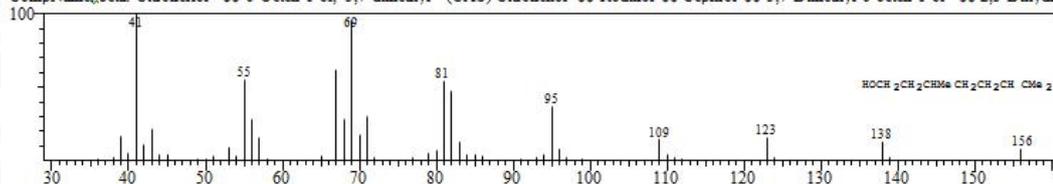


<< Target >>

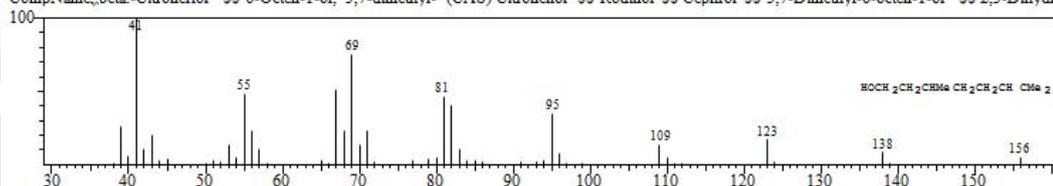
Line#:6 R.Time:8.733(Scan#:689) MassPeaks:50
 RawMode:Averaged 8.725-8.742(688-690) BasePeak:41.05(194976)
 BGMode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



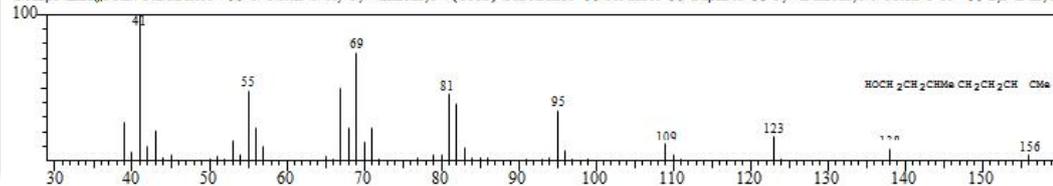
Hit#:1 Entry:46130 Library:WILEY7.LIB
 SI:97 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 Retindex:0
 CompName:beta-Citronellol SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol SS Rodinol SS Cephrol SS 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol SS 2,3-Dihydr



Hit#:2 Entry:46127 Library:WILEY7.LIB
 SI:97 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 Retindex:0
 CompName:beta-Citronellol SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol SS Rodinol SS Cephrol SS 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol SS 2,3-Dihydr

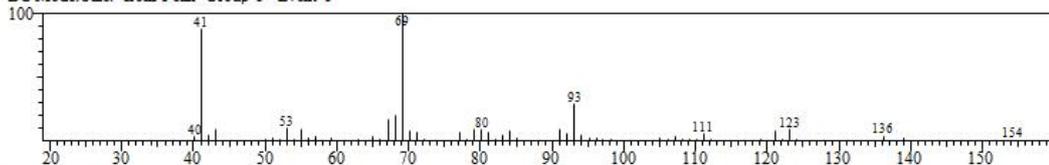


Hit#:3 Entry:46136 Library:WILEY7.LIB
 SI:97 Formula:C10 H20 O CAS:106-22-9 MolWeight:156 Retindex:0
 CompName:beta-Citronellol SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- (CAS) Citronellol SS Rodinol SS Cephrol SS 3,7-Dimethyl-6-octen-1-ol SS 2,3-Dihydr

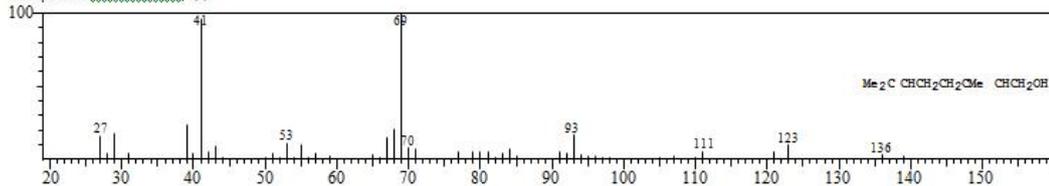


<< Target >>

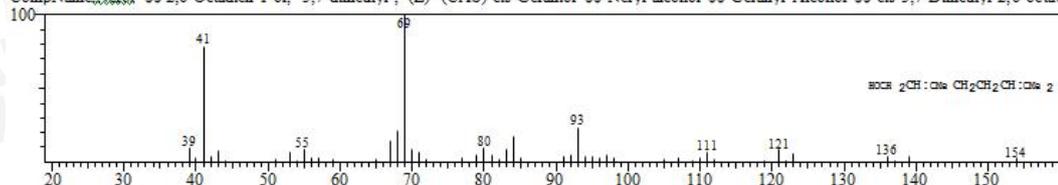
Line#:7 R.Time:9.175(Scan#:742) MassPeaks:61
 RawMode:Averaged 9.167-9.183(741-743) BasePeak:69.10(395346)
 BGMode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



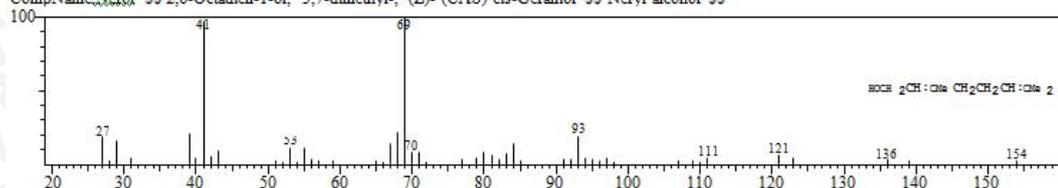
Hit#:1 Entry:42946 Library:WILEY7.LIB
 SI:96 Formula:C10 H18 O CAS:106-24-1 MolWeight:154 Retindex:0
 CompName:GERANIOL SS



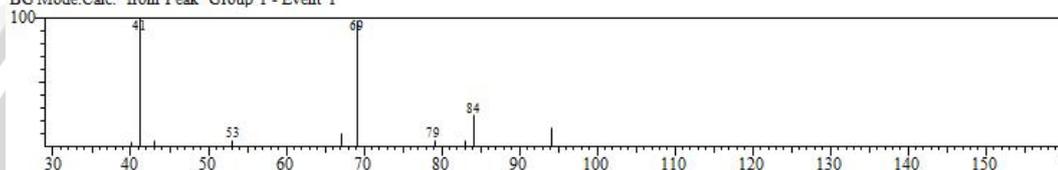
Hit# 2, Entry: 43651 Library: WILEY7.LIB
 SI: 95 Formula: C10 H18 O CAS: 106-25-2 MolWeight: 154 RetIndex: 0
 CompName: Nerol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) cis-Geraniol SS Neryl alcohol SS Geranyl Alcohol SS cis-3,7-Dimethyl-2,6-octad



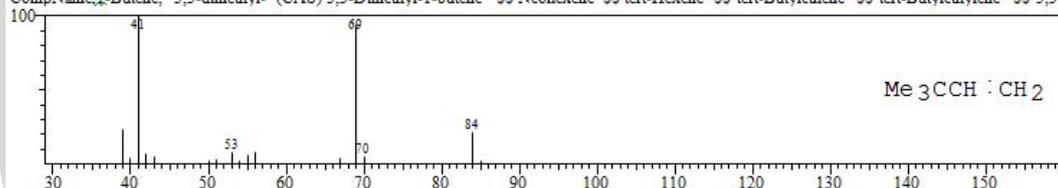
Hit# 3, Entry: 43648 Library: WILEY7.LIB
 SI: 95 Formula: C10 H18 O CAS: 106-25-2 MolWeight: 154 RetIndex: 0
 CompName: Nerol SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- (CAS) cis-Geraniol SS Neryl alcohol SS



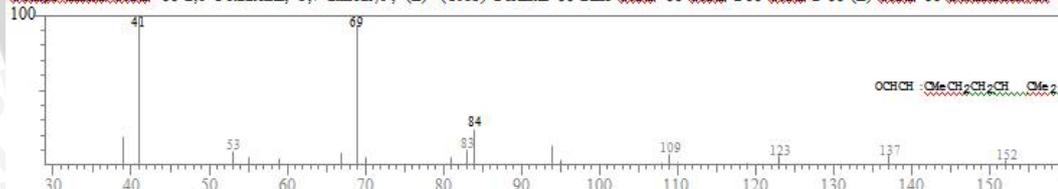
<< Target >>
 Line#: 8 R.Time: 9.442 (Scan#: 774) MassPeaks: 11
 RawMode: Averaged 9.433-9.450 (773-775) BasePeak: 41.10 (8600)
 BGMode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



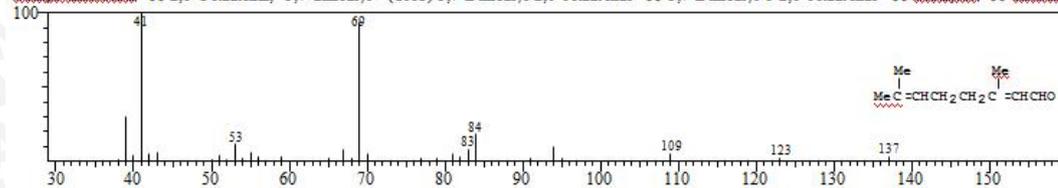
Hit# 1, Entry: 2962 Library: WILEY7.LIB
 SI: 88 Formula: C6 H12 CAS: 558-37-2 MolWeight: 84 RetIndex: 0
 CompName: 1-Butene, 3,3-dimethyl-, (CAS) 3,3-Dimethyl-1-butene SS Neohexene SS tert-Hexene SS tert-Butylethene SS tert-Butylethylene SS 3,3-D



Hit# 2, Entry: 40954 Library: WILEY7.LIB
 SI: 87 Formula: C10 H16 O CAS: 141-27-5 MolWeight: 152 RetIndex: 0
 CompName: E-Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) Geranial SS trans-Citral SS Citral a SS Citral-a SS (E)-Citral SS Geranaldehyde SS

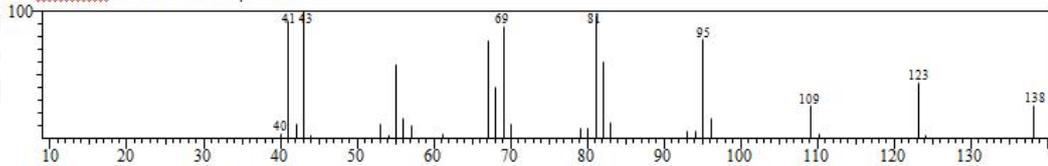


Hit# 3, Entry: 40975 Library: WILEY7.LIB
 SI: 87 Formula: C10 H16 O CAS: 5392-40-5 MolWeight: 152 RetIndex: 0
 CompName: Citral SS 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (CAS) 3,7-Dimethyl-1,2,6-octadienal SS 3,7-Dimethyl-1,2,6-octadienal SS Citral c&t SS cis,trans-

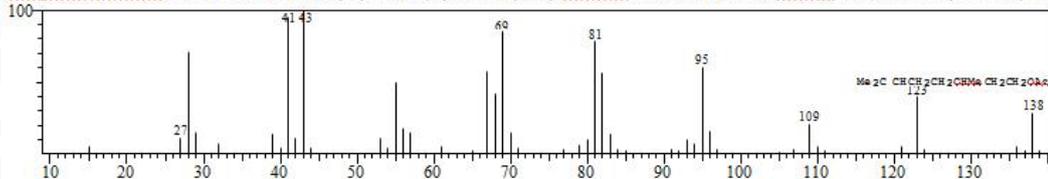


<<Target >>

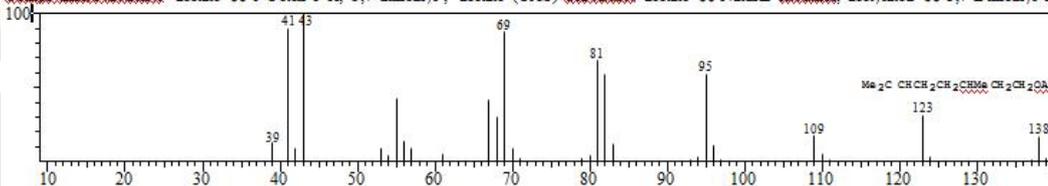
Line#9 R.Time:10.650(Scan#919).....MassPeaks:29
 RawMode:Averaged 10.642-10.658(918-920) BasePeak:43.10(21752)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



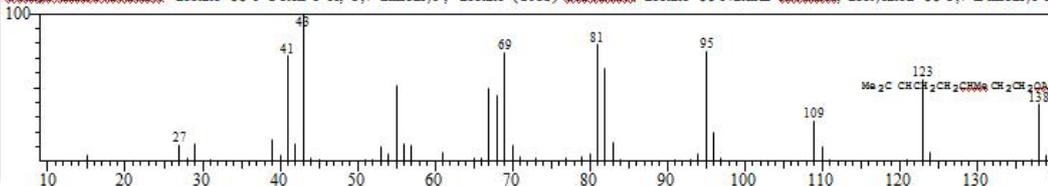
Hit#1 Entry:93517 Library:WILEY7.LIB
 SI:94 Formula:C12 H22 O2 CAS:150-84-5 MolWeight:198 Retindex:0
 CompName:Citronellyl acetate SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate (CAS) Citronellol acetate SS Natural rhodinol, acetylated SS 3,7-Dimethyl-6-



Hit#2 Entry:93516 Library:WILEY7.LIB
 SI:94 Formula:C12 H22 O2 CAS:150-84-5 MolWeight:198 Retindex:0
 CompName:Citronellyl acetate SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate (CAS) Citronellol acetate SS Natural rhodinol, acetylated SS 3,7-Dimethyl-6-

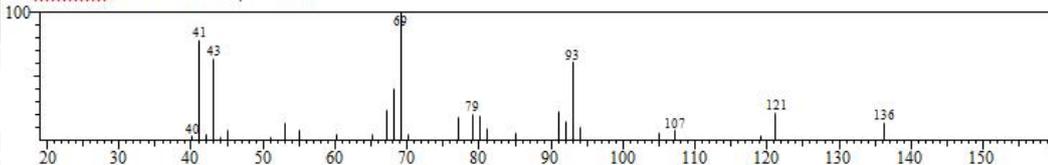


Hit#3 Entry:93507 Library:WILEY7.LIB
 SI:94 Formula:C12 H22 O2 CAS:150-84-5 MolWeight:198 Retindex:0
 CompName:Citronellyl acetate SS 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate (CAS) Citronellol acetate SS Natural rhodinol, acetylated SS 3,7-Dimethyl-6-

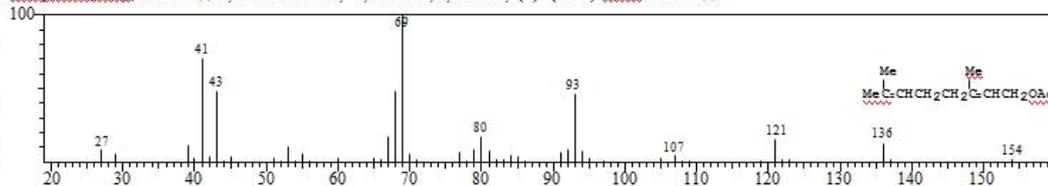


<<Target >>

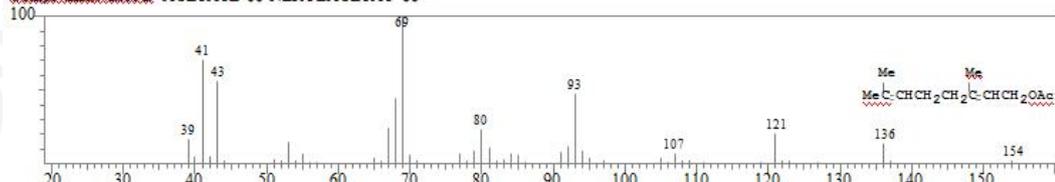
Line#10 R.Time:11.100(Scan#973).....MassPeaks:29
 RawMode:Averaged 11.092-11.108(972-974) BasePeak:69.10(21440)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



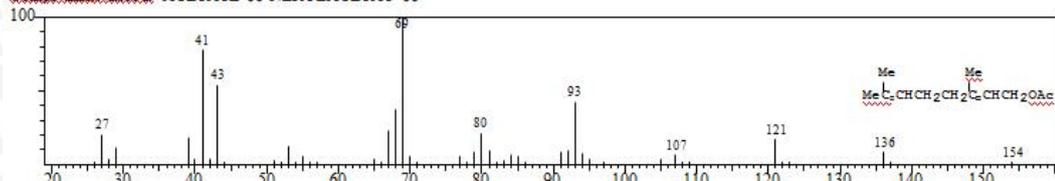
Hit#1 Entry:91000 Library:WILEY7.LIB
 SI:94 Formula:C12 H20 O2 CAS:141-12-8 MolWeight:196 Retindex:0
 CompName:Nerol acetate SS 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- (CAS) Nerol acetate SS



Hit# 2, Entry: 91125 Library: WILEY7.LIB
 SI: 91 Formula: C12 H20 O2 CAS: 141-12-8 MolWeight: 196 RetIndex: 0
 CompName: NERYL ACETATE SS NERYLACETAT SS

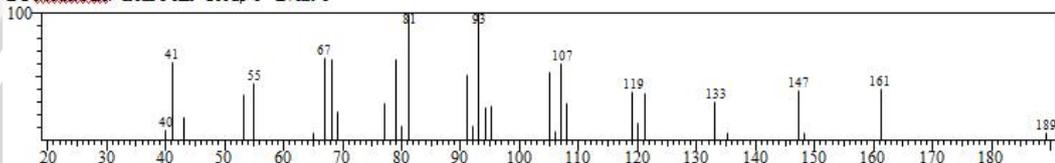


Hit# 3, Entry: 91126 Library: WILEY7.LIB
 SI: 91 Formula: C12 H20 O2 CAS: 141-12-8 MolWeight: 196 RetIndex: 0
 CompName: NERYL ACETATE SS NERYLACETAT SS

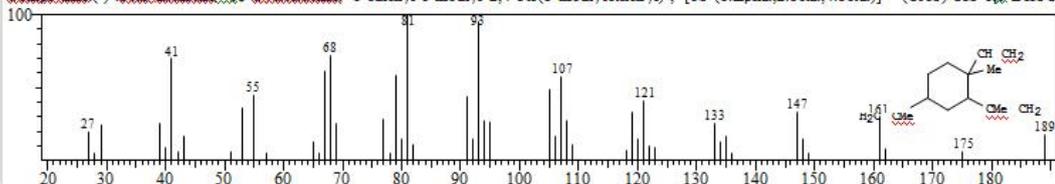


<< Target >>

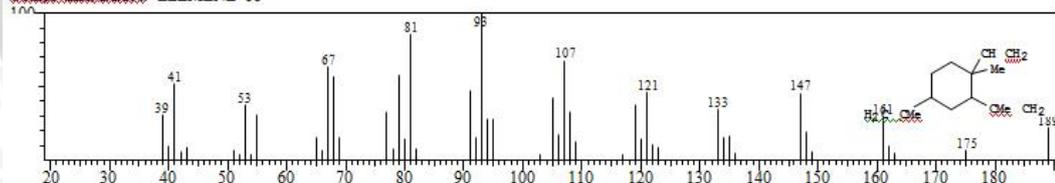
Line#: 11 R.Time: 11.375 (Scan#: 1006) MassPeaks: 31
 RawMode: Averaged 11.367-11.383 (1005-1007) BasePeak: 93.10 (6868)
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1



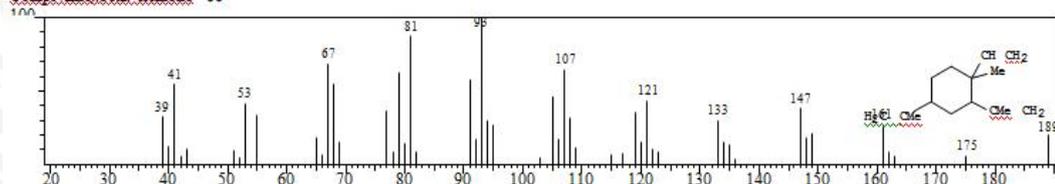
Hit# 1, Entry: 100726 Library: WILEY7.LIB
 SI: 92 Formula: C15 H24 CAS: 515-13-9 MolWeight: 204 RetIndex: 0
 CompName: (-)-beta-Elemene SS Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]- (CAS) CIS-1,3-DIISO



Hit# 2, Entry: 100278 Library: WILEY7.LIB
 SI: 90 Formula: C15 H24 CAS: 515-13-9 MolWeight: 204 RetIndex: 0
 CompName: BETA. ELEMENE SS

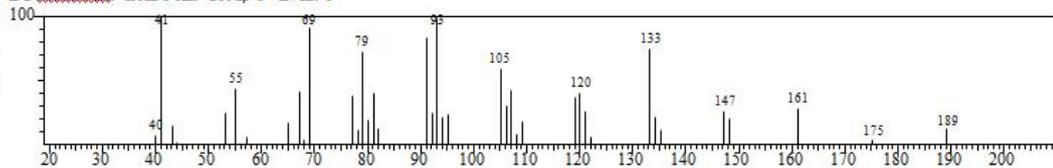


Hit# 3, Entry: 101098 Library: WILEY7.LIB
 SI: 90 Formula: C15 H24 CAS: 515-13-9 MolWeight: 204 RetIndex: 0
 CompName: beta-elemene SS

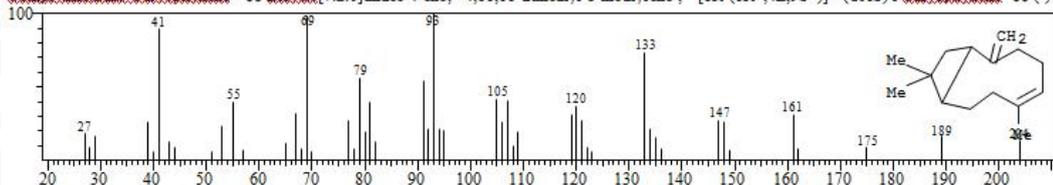


<<Target >>

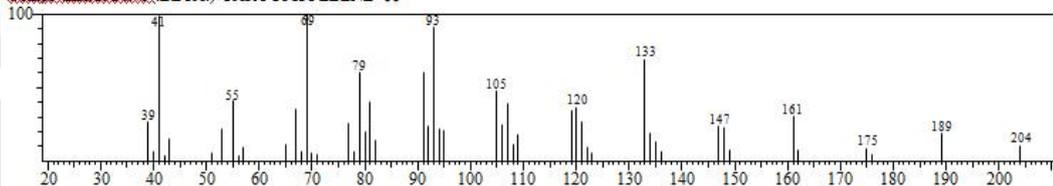
Line#12 R.Time:11.850(Scan#:1063)...MassPeaks:39
 RawMode:Averaged 11.842-11.858(1062-1064) BasePeak:41.10(12515)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



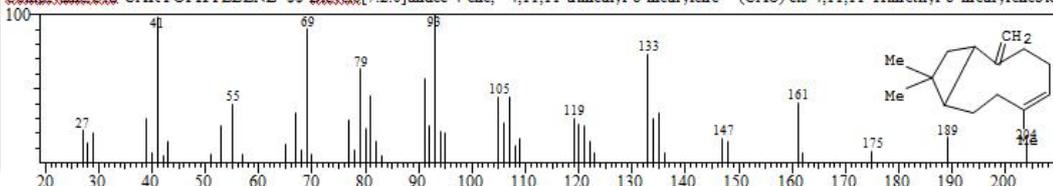
Hit# 1 Entry:100776 Library:WILEY7.LIB
 SI:94 Formula:C15 H24 CAS:87-44-5 MolWeight:204 RetIndex:0
 CompName:trans-Caryophyllene \$\$ Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4E,9S*)]- (CAS) I-Caryophyllene SS (-)



Hit# 2 Entry:100327 Library:WILEY7.LIB
 SI:94 Formula:C15 H24 CAS:0-00-0 MolWeight:204 RetIndex:0
 CompName:TRANS-(BETA)-CARYOPHYLLENE \$\$

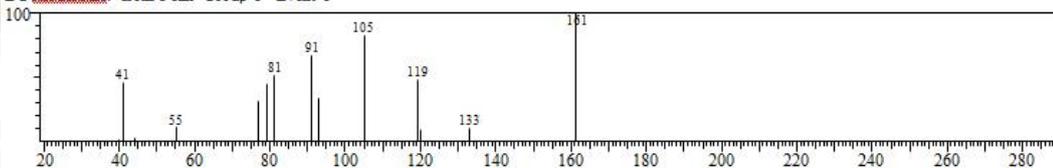


Hit# 3 Entry:100772 Library:WILEY7.LIB
 SI:94 Formula:C15 H24 CAS:13877-93-5 MolWeight:204 RetIndex:0
 CompName:CIS-CARYOPHYLLENE \$\$ Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene- (CAS) cis-4,11,11-Trimethyl-8-methylenebic

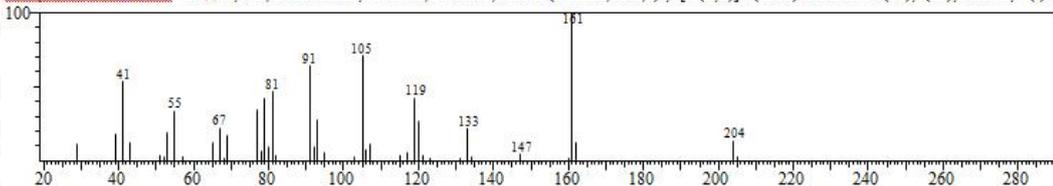


<<Target >>

Line#13 R.Time:12.692(Scan#:1164)...MassPeaks:14
 RawMode:Averaged 12.683-12.700(1163-1165) BasePeak:161.20(3573)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



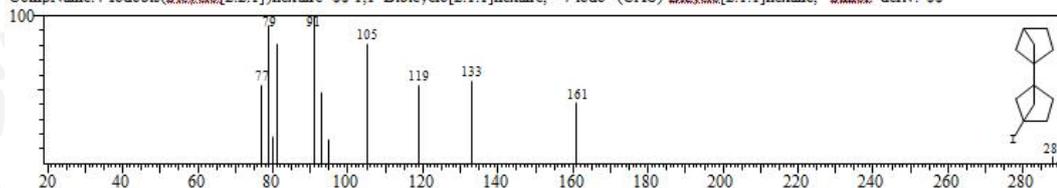
Hit# 1 Entry:101086 Library:WILEY7.LIB
 SI:81 Formula:C15 H24 CAS:23986-74-5 MolWeight:204 RetIndex:0
 CompName:Germacrene D \$\$ 1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]- (CAS) Germacrene-1(10),4(15),5-triene, (-)



Hit# 2 Entry:198502 Library:WILEY7.LIB

SI:80 Formula:C12 H17 I CAS:85407-69-8 MolWeight:288 RetIndex:0

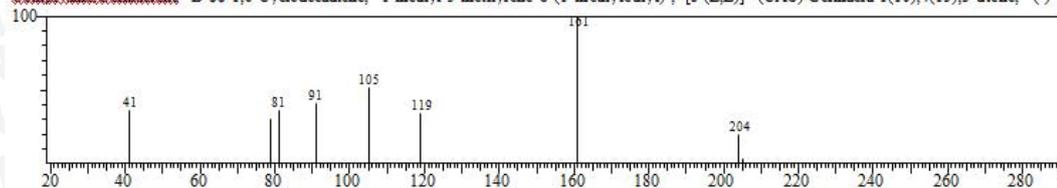
CompName:4-Iodobis(bicyclo[2.2.1]hexane, 4-iodo- (CAS) Bicyclo[2.1.1]hexane, bimol. deriv. SS



Hit# 3 Entry:101088 Library:WILEY7.LIB

SI:80 Formula:C15 H24 CAS:23986-74-5 MolWeight:204 RetIndex:0

CompName:Germacrene D SS 1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]- (CAS) Germacra-1(10),4(15),5-triene, (-)

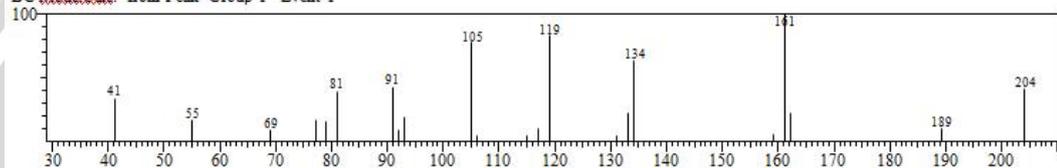


<<Target >>

Line# 14 R.Time:13.200(Scan#:1225) MassPeaks:23

RawMode:Averaged 13.192-13.208(1224-1226) BasePeak:161.15(8026)

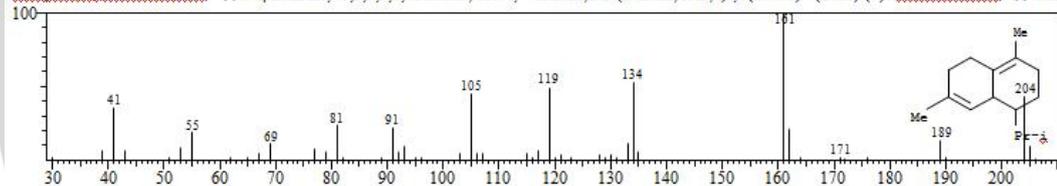
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit# 1 Entry:100896 Library:WILEY7.LIB

SI:86 Formula:C15 H24 CAS:483-76-1 MolWeight:204 RetIndex:0

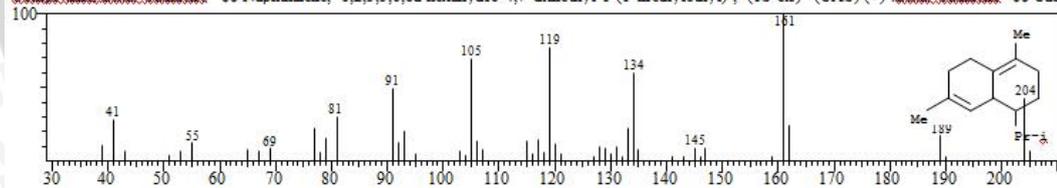
CompName:delta-Cadinene SS Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- (CAS) (+)-delta-Cadinene SS Cad



Hit# 2 Entry:100891 Library:WILEY7.LIB

SI:86 Formula:C15 H24 CAS:483-76-1 MolWeight:204 RetIndex:0

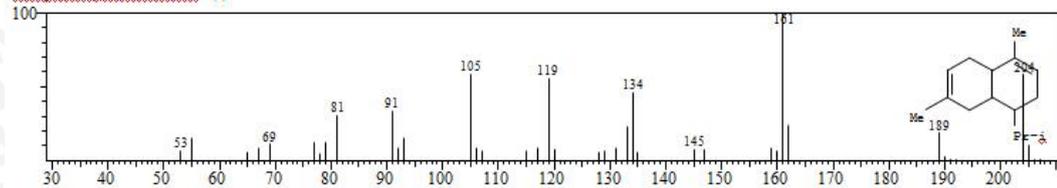
CompName:delta-Cadinene SS Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- (CAS) (+)-delta-Cadinene SS Cad



Hit# 3 Entry:101110 Library:WILEY7.LIB

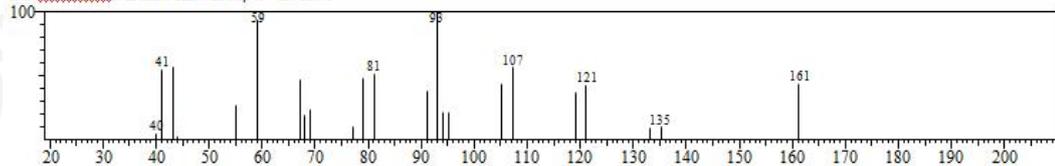
SI:85 Formula:C15 H24 CAS:523-47-7 MolWeight:204 RetIndex:0

CompName:beta-cadinene SS

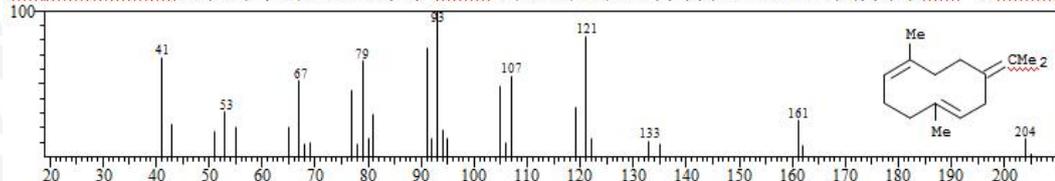


<<Target >>

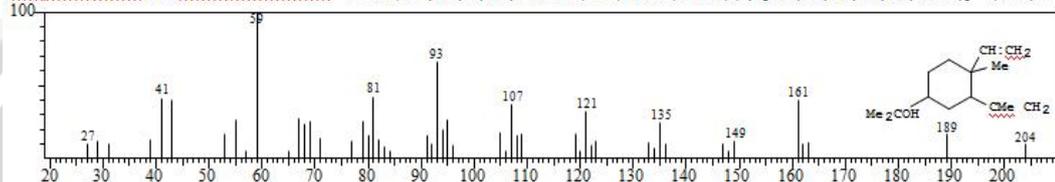
Line#15 R.Time:13.533(Scan#:1265) MassPeaks:23
 RawMode:Averaged 13.525-13.542(1264-1266) BasePeak:93.10(3772)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



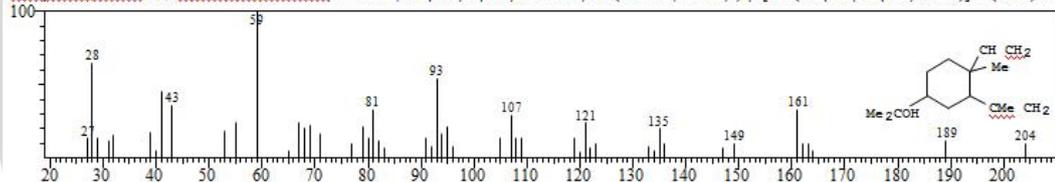
Hit# 1 Entry:100753 Library:WILEY7.LIB
 SI:79 Formula:C15 H24 CAS:15423-57-1 MolWeight:204 Retindex:0
 CompName:Germacrene B (CAS) 1,5-Cyclodecadiene, 1,5-dimethyl-8-(1-methylethylidene)-, (E,E)- SS Germacra-1(10),4,7(11)-trien-9-yl SS Germacra



Hit# 2 Entry:123949 Library:WILEY7.LIB
 SI:78 Formula:C15 H26 O CAS:639-99-6 MolWeight:222 Retindex:0
 CompName:Elemol SS Cyclohexanemethanol, 4-ethyl-, alpha., alpha., 4-trimethyl-3-(1-methylethenyl)-, [1R-(1.alpha.,3.alpha.,4.beta.)]- (CAS) o-



Hit# 3 Entry:123952 Library:WILEY7.LIB
 SI:78 Formula:C15 H26 O CAS:639-99-6 MolWeight:222 Retindex:0
 CompName:Elemol SS Cyclohexanemethanol, 4-ethyl-, alpha., alpha., 4-trimethyl-3-(1-methylethenyl)-, [1R-(1.alpha.,3.alpha.,4.beta.)]- (CAS) o-



Lampiran 2. Analisis Ragam Diameter Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides* secara *in vitro*.

Anova

- Pengamatan 1 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	0.11	0.02	0.54	*tn 2.77
Galat	18	0.76	0.04		
Total	23	0.88			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *tn = tidak nyata

- Pengamatan 2 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	6.38	1.28	243.95	*n 2.77
Galat	18	0.09	0.01		
Total	23	6.47			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata



• Pengamatan 3 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	19.52	3.90	63.01	*n 2.77
Galat	18	1.12	0.06		
Total	23	20.64			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 4 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	41.74	8.35	42.47	*n 2.77
Galat	18	3.54	0.20		
Total	23	45.28			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 5 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	61.34	12.27	29.80	*n 2.77
Galat	18	7.41	0.41		
Total	23	68.75			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 6 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	80.91	16.18	17.22	*n 2.77
Galat	18	16.92	0.94		
Total	23	97.82			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 7 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	91.55	18.31	17.17	*n 2.77
Galat	18	19.20	1.07		
Total	23	110.75			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

Lampiran 3. Analisa Ragam Penghambatan Pertumbuhan Jamur *C. gloeosporioides* oleh Minyak Atsiri Serai Wangi

Anova

• Pengamatan 1 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	4	51.69	12.92	0.33	*tn
Galat	15	591.62	39.44		3.06
Total	19	643.31			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *tn = tidak nyata

• Pengamatan 2 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	4	641.46	160.3645	1.33	*tn
Galat	15	1814.82	120.9881		3.06
Total	19	2456.28			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *tn = tidak nyata

• Pengamatan 3 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	4	1451.709	362.9272	15.36	*n
Galat	15	354.336	23.6224		3.06
Total	19	1806.045			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 4 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	4	2385.839	596.4598	16.88	*n
Galat	15	530.018	35.3345		3.06
Total	19	2915.857			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 5 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	4	2984.256	746.0641	15.53	*n
Galat	15	720.606	48.0404		3.06
Total	19	3704.863			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 6 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	4	3813.174	953.2934	15.26	*n 3.06
Galat	15	937.235	62.4823		
Total	19	4750.409			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 7 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	4	4923.656	1230.9140	11.24	*n 3.06
Galat	15	1643.048	109.5365		
Total	19	6566.704			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

Lampiran 4. Analisi Ragam Berat Kering Misellium Jamur *C. gloeosporioides*

Anova

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	0.0030	0.000604	1.73	*tn 2.77
Galat	18	0.0063	0.000349		
Total	23	0.0093			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *tn = tidak nyata

Lampiran 5. Analisi Ragam Diameter Gejala Jamur *C. gloeosporioides* pada Buah Apel

Anova

• Pengamatan 2 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	0.00	0.00	0.00	*tn 2.77
Galat	18	0.00	0.00		
Total	23	0.00			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *tn = tidak nyata

• Pengamatan 3 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	1.17	0.23	2.65	*tn 2.77
Galat	18	1.59	0.09		
Total	23	2.76			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *tn = tidak nyata

• Pengamatan 4 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	2.16	0.43	2.42	*tn 2.77
Galat	18	3.22	0.18		
Total	23	5.38			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *tn = tidak nyata

• Pengamatan 5 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	3.90	0.78	2.86	*n 2.77
Galat	18	4.91	0.27		
Total	23	8.81			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 6 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	5.40	1.08	3.46	*n 2.77
Galat	18	5.62	0.31		
Total	23	11.02			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 7 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	7.15	1.43	4.18	*n 2.77
Galat	18	6.16	0.34		
Total	23	13.31			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 8 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	9.03	1.81	4.25	*n 2.77
Galat	18	7.65	0.42		
Total	23	16.68			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 9 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	9.98	2.00	4.45	*n 2.77
Galat	18	8.08	0.45		
Total	23	18.06			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 10 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	11.09	2.22	4.49	*n
Galat	18	8.88	0.49		2.77
Total	23	19.97			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 11 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	11.78	2.36	4.46	*n
Galat	18	9.51	0.53		2.77
Total	23	21.28			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 12 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	13.49	2.70	3.68	*n
Galat	18	13.20	0.73		2.77
Total	23	26.69			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 13 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	13.44	2.69	3.43	*n
Galat	18	14.09	0.78		2.77
Total	23	27.53			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

• Pengamatan 14 HSI

SK	db	JK	KT	F.hit	F.tabel 5%
Perlakuan	5	13.92	2.78	3.30	*n
Galat	18	15.17	0.84		2.77
Total	23	29.09			

Hasil uji BNT berbeda nyata jika F hitung > F tabel. *n = nyata

Lampiran 6. Perhitungan minyak atsiri dalam pembuatan larutan stok.

- Indeks bias minyak atsiri = 1,4475
- Berat Jenis (BJ) = 0,870 gr/ml
- Massa 3 komponen dominan minyak atsiri serai wangi sesuai hasil GC-MS
 1. Sitronellal 57,92% = 0,5792 x 0,870 = 0,5039 gr/ml
 2. Sitronellol 13,59% = 0,1359 x 0,870 = 0,1182 gr/ml

$$3. \text{ Geraniol } 17,66\% = 0,1766 \times 0,870 = 0,1536 \text{ gr/ml}$$

- Jumlah massa terukur = $0,5039 + 0,1182 + 0,1536 = 0,7757 \text{ gr/ml}$

$$1 \text{ ml} = 0,7757 \text{ gr} = 775,7 \text{ mg}$$

$$1000 \text{ ml} = 775,7 \times 10^3 \text{ mg}$$

$$= 775700 \text{ ppm}$$

- Larutan stok minyak atsiri serai wangi 5000 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$775700 \text{ ppm} \times V1 = 5000 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$V1 = \frac{5000 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}}{775700 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 6,4458 \text{ ml}$$

Keterangan : M1: konsentrasi minyak atsiri serai wangi.

V1: volume minyak atsiri yang dibutuhkan.

M2: konsentrasi larutan stok minyak atsiri (5000 ppm)

V2: volume larutan stok yang akan dibuat (1000 ml)

Lampiran 7. Perhitungan minyak atsiri dalam pembuatan PDA 1 liter

1. Konsentrasi 500 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$5000 \text{ ppm} \times V1 = 500 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$V1 = \frac{500 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}}{5000 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 100 \text{ ml}$$

2. Konsentrasi 750 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$5000 \text{ ppm} \times V1 = 750 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$V1 = \frac{750 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}}{5000 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 150 \text{ ml}$$

3. Konsentrasi 1000 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$5000 \text{ ppm} \times V1 = 1000 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$V1 = \frac{1000 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}}{5000 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 200 \text{ ml}$$

4. Konsentrasi 1250 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$5000 \text{ ppm} \times V1 = 1250 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$V1 = \frac{1250 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}}{5000 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 250 \text{ ml}$$

5. Konsentrasi 1500 ppm

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

$$5000 \text{ ppm} \times V1 = 1500 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}$$

$$V1 = \frac{1500 \text{ ppm} \times 1000 \text{ ml}}{5000 \text{ ppm}}$$

$$V1 = 300 \text{ ml}$$

Keterangan : M1: konsentrasi larutan stok minyak atsiri.

V1: volume larutan minyak atsiri yang diambil dari larutan stok.

M2: konsentrasi minyak atsiri sesuai perlakuan

V2: volume PDA yang akan dibuat (1000 ml)

Lampiran 8. Perhitungan persentase senyawa dalam konsentrasi**1. Senyawa sitronellal**

$$\text{Konsentrasi 500 ppm} : 500 \times \frac{57.92}{100} = 289.6 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 750 ppm} : 750 \times \frac{57.92}{100} = 434.4 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 1000 ppm} : 1000 \times \frac{57.92}{100} = 579.2 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 1250 ppm} : 1250 \times \frac{57.92}{100} = 724 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 1500 ppm} : 1500 \times \frac{57.92}{100} = 868.8 \text{ ppm}$$

2. Senyawa sitronellol

$$\text{Konsentrasi 500 ppm} : 500 \times \frac{13.59}{100} = 67.95 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 750 ppm} : 750 \times \frac{13.59}{100} = 101.92 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 1000 ppm} : 1000 \times \frac{13.95}{100} = 139.5 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 1250 ppm} : 1250 \times \frac{13.95}{100} = 174.38 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 1500 ppm} : 1500 \times \frac{13.95}{100} = 209.25 \text{ ppm}$$

3. Senyawa geraniol

$$\text{Konsentrasi 500 ppm} : 500 \times \frac{17.66}{100} = 88.3 \text{ ppm}$$

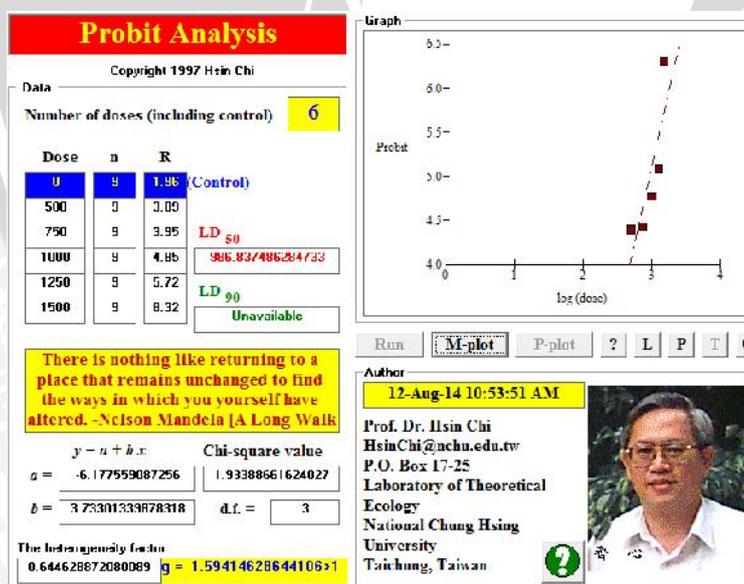
$$\text{Konsentrasi 750 ppm} : 750 \times \frac{17.66}{100} = 132.45 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 1000 ppm} : 1000 \times \frac{17.66}{100} = 176.6 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 1250 ppm} : 1250 \times \frac{17.66}{100} = 220.75 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi 1500 ppm} : 1500 \times \frac{17.66}{100} = 264.9 \text{ ppm}$$

Lampiran 9. EC₅₀ minyak serai wangi secara *in vitro*



Lampiran 10. EC₅₀ minyak serai wangi secara *in vivo*

Probit Analysis

Copyright 1997 Hsin Chi

Data

Number of doses (including control) 6

Dose	n	R	
0	3.29	0	(Control)
500	3.29	0.48	
750	3.29	0.03	T.D 50
1000	3.29	-0.31	1779.95261989983
1250	3.29	0.01	LD 90
1500	3.29	0.36	Unavailable

Never mistake knowledge for wisdom.
 One helps you make a living; the other
 helps you make a life. -Sandra Carey

$y = a + b \cdot x$ Chi-square value
 a = -26.7180958637074 2.30176146094484
 b = 9.750400094173 d.f. = 1

The heterogeneity factor:
2.30176146094484 g = 935.45929230416521

Graph

Run M-plot E-plot ? L P T Q

Author

7/24/2014 11:44:15 PM

Prof. Dr. Hsin Chi
 HsinChi@nchu.edu.tw
 P.O. Box 17-25
 Laboratory of Theoretical
 Ecology
 National Chung Hsing
 University
 Taichung, Taiwan

Lampiran 11. Perhitungan nilai *Minimum inhibitory concentration* (MIC)

- **Minyak serai wangi secara *in vitro***

$$y = -6,178 + 3,733x$$

$$0 = -6,178 + 3,733x$$

$$6,178 = 3,733x$$

$$x = 6,178/3,733$$

$$x = 1,65$$

konsentrasi = anti log x = anti log 1,65 = 45,18 ppm
- **Minyak serai wangi secara *in vivo***

$$y = -26,718 + 9,758x$$

$$0 = -26,718 + 9,758x$$

$$26,718 = 9,758x$$

$$x = 26,718/9,758$$

$$x = 2,74$$

konsentrasi = anti log x = anti log 2,74 = 547,09 ppm
- **Senyawa minyak serai wangi secara *in vitro***
 - **Sitronellal**

$$y = -5,292 + 3,733x$$

$$0 = -5,292 + 3,733x$$

$$5,292 = 3,733x$$

$$x = 5,292/3,733$$

$$x = 1,42$$

konsentrasi = anti log x = anti log 1,42 = 26,30 ppm

• Geraniol

$$y = -3,367 + 3,733x$$

$$0 = -3,367 + 3,733x$$

$$3,367 = 3,733x$$

$$x = 3,367 / 3,733$$

$$x = 0,90$$

$$\text{konsentrasi} = \text{anti log } x = \text{anti log } 0,90 = 7,94 \text{ ppm}$$

• Sitronellol

$$y = -2,662 + 3,589x$$

$$0 = -2,662 + 3,589x$$

$$2,662 = 3,589x$$

$$x = 2,662 / 3,589$$

$$x = 0,74$$

$$\text{konsentrasi} = \text{anti log } x = \text{anti log } 0,74 = 5,50 \text{ ppm}$$

➤ Senyawa minyak serai wangi secara *in vivo***• Sitronellal**

$$y = -24,404 + 9,758x$$

$$0 = -24,404 + 9,758x$$

$$24,404 = 9,758x$$

$$x = 24,404 / 9,758$$

$$x = 2,50$$

$$\text{konsentrasi} = \text{anti log } x = \text{anti log } 2,50 = 316,23 \text{ ppm}$$

• Geraniol

$$y = -19,370 + 9,758x$$

$$0 = -19,370 + 9,758x$$

$$19,370 = 9,758x$$

$$x = 19,370 / 9,758$$

$$x = 1,99$$

$$\text{konsentrasi} = \text{anti log } x = \text{anti log } 1,99 = 97,72 \text{ ppm}$$

• Sitronellol

$$y = -17,433 + 9,350x$$

$$0 = -17,433 + 9,350x$$

$$17,433 = 9,350x$$

$$x = 17,433 / 9,350$$

$$x = 1,86$$

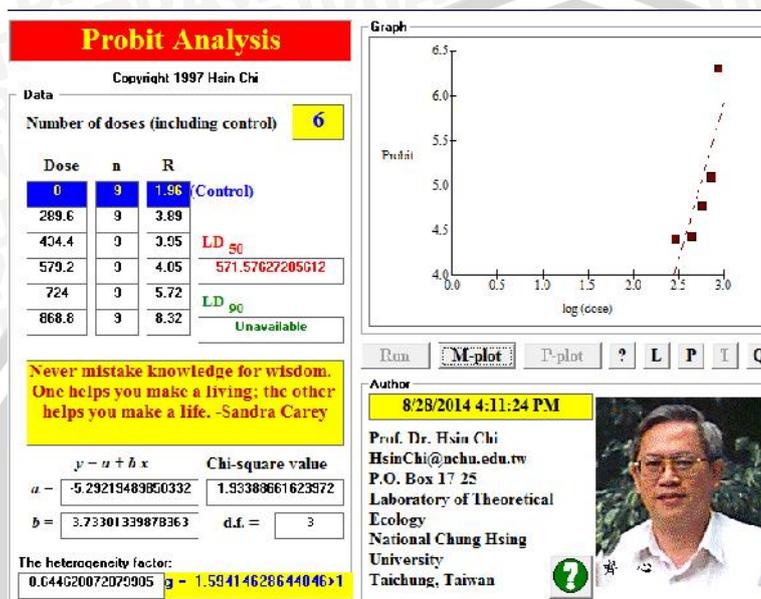
$$\text{konsentrasi} = \text{anti log } x = \text{anti log } 1,86 = 72,44 \text{ ppm}$$

Keterangan :

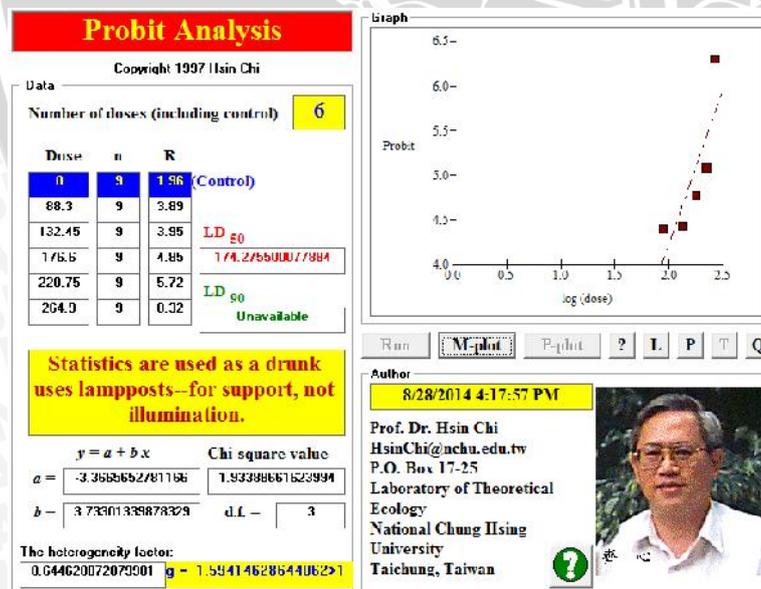
y = probit penghambatan jamur (0)

x = log konsentrasi

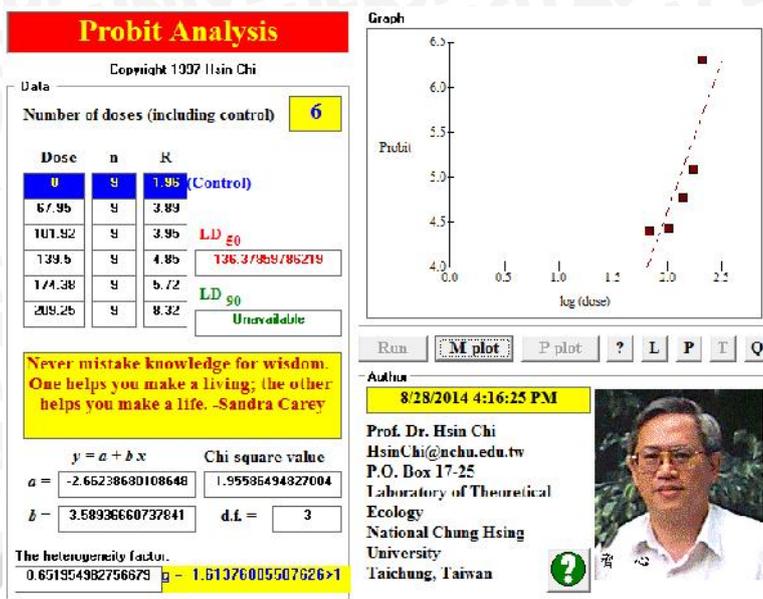
Lampiran 12. EC₅₀ senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi pada perlakuan *in vitro* **Sitronella**



Geraniol

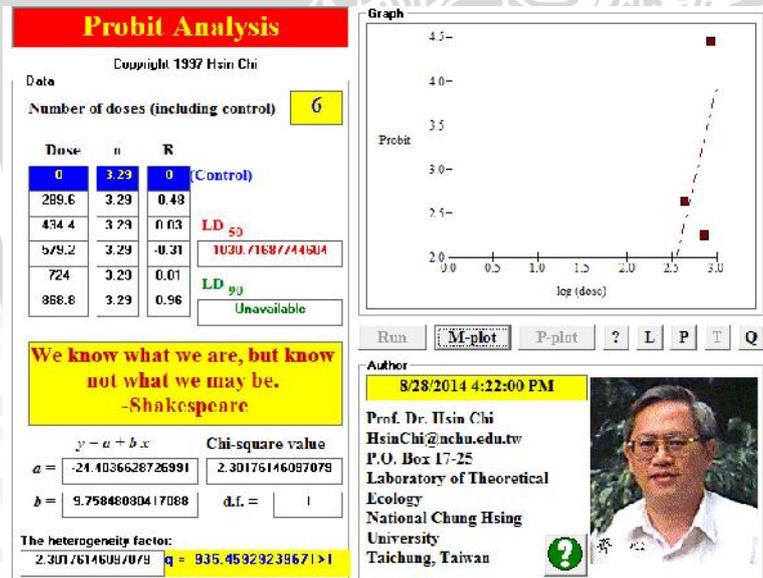


Sitronellol



Lampiran 13. EC₅₀ senyawa yang terkandung dalam minyak serai wangi pada perlakuan *in vivo*

Sitronellal



Geraniol

Probit Analysis

Copyright 1997 Hsin Chi

Data

Number of doses (including control) **6**

Dose	n	R	
0	3.29	0 (Control)	
88.3	3.29	-0.48	
132.45	3.29	0.03	LD 50
176.6	3.29	0.31	314.26899267437
220.75	3.29	0.01	LD 90
264.9	3.29	0.96	Unavailable

Being defeated is often a temporary condition. Giving up is what makes it permanent. Marilyn vos Savant

$y = a + b \cdot x$ Chi-square value

a = -13.3688690768735 2.30176146096754

b = 9.75848080416513 d.f. = 1

The heterogeneity factor: 2.30176146096754 g = 935.459292395695x1

Graph

Run **M-plot** P-plot ? L P T Q

Author: 8/28/2014 4:20:25 PM

Prof. Dr. Hsin Chi
HsinChi@nchu.edu.tw
P.O. Box 17 25
Laboratory of Theoretical Ecology
National Chung Hsing University
Taichung, Taiwan

Sitronellol

Probit Analysis

Copyright 1997 Hsin Chi

Data

Number of doses (including control) **6**

Dose	n	R	
0	3.29	0 (Control)	
67.95	3.29	-0.48	
101.92	3.29	0.03	LD 50
139.5	3.29	-0.31	250.716495010537
174.38	3.29	0.01	LD 90
209.25	3.29	0.96	Unavailable

Experience is a hard teacher because she gives the test first, the lesson afterward.

$y = a + b \cdot x$ Chi-square value

a = -17.4325379691765 2.41828616845227

b = 9.3500741008366 d.f. = 1

The heterogeneity factor: 2.41828616845227 g = 1053.70560001104x1

Graph

Run **M-plot** P-plot ? L P T Q

Author: 8/28/2014 4:23:34 PM

Prof. Dr. Hsin Chi
HsinChi@nchu.edu.tw
P.O. Box 17-25
Laboratory of Theoretical Ecology
National Chung Hsing University
Taichung, Taiwan

