

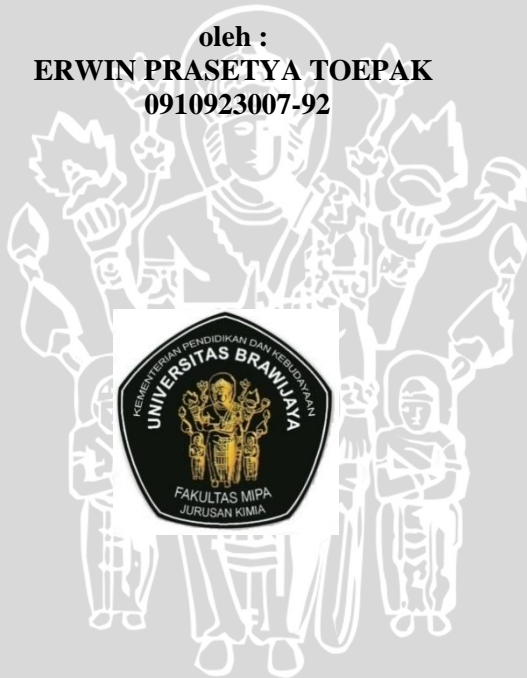
**Isolasi, Karakterisasi Minyak Mint dari Daun  
*Mentha arvensis* Linn Hasil Distilasi Uap Air dan Uji Aktivitasnya  
Sebagai Fumigan Terhadap Serangga *Tenebrio molitor***

**SKRIPSI**

oleh :

**ERWIN PRASETYA TOEPAK**

**0910923007-92**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2013**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**Isolasi, Karakterisasi Minyak Mint dari Daun  
*Mentha arvensis* Linn Hasil Distilasi Uap-Air dan Uji Aktivitasnya  
Sebagai Fumigan Terhadap Serangga *Tenebrio molitor***

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang kimia**

**oleh :**

**ERWIN PRASETYA TOEPAK**

**0910923007-92**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2013**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**Isolasi, Karakterisasi Minyak Mint dari Daun  
*Mentha arvensis Linn* Hasil Distilasi Uap-Air dan Uji Aktivitasnya  
Sebagai Fumigan Terhadap Serangga *Tenebrio molitor***

**Oleh :  
ERWIN PRASETYA TOEPAK  
0910923007**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia**

**Pembimbing I**

**Dr. Rurini Retnowati, M.Si.  
NIP. 19601209 198802 2 001**

**Pembimbing II**

**Masruri, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP. 19731020 200212 1 001**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

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

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ERWIN PRASETYA TOEPAK  
NIM : 0910923007  
Jurusan : KIMIA  
Penulis skripsi berjudul :

**Isolasi, Karakterisasi Minyak Mint dari Daun  
*Mentha arvensis* Linn Hasil Distilasi Uap-Air dan Uji Aktivitasnya  
Sebagai Fumigan Terhadap Serangga *Tenebrio molitor***

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang,.....

Yang menyatakan,

(Erwin Prasetya Toepak)

NIM. 0910923007

**Isolasi, Karakterisasi Minyak Mint dari Daun *Mentha arvensis* Linn Hasil Distilasi Uap Air dan Uji Aktivitasnya Sebagai Fumigan Terhadap Serangga *Tenebrio molitor***

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi minyak mint dari daun *Mentha arvensis* Linn dan menguji aktivitasnya sebagai fumigan terhadap *Tenebrio molitor*. Isolasi minyak mint dilakukan dengan metode distilasi uap air selama 4 jam, sedangkan karakterisasinya berdasarkan sifat fisik yakni warna, bau, indeks bias, dan massa jenis. Komponen penyusun minyak mint dianalisis menggunakan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (KG-SM). Penentuan  $LT_{50}$  dilakukan selama 24 jam pada konsentrasi 1, 25, dan 250 ppm, sedangkan penentuan  $LC_{50}$  dilakukan selama 12 jam pada konsentrasi 23,24,25,26,27, dan 28 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak mint yang diperoleh berwarna kuning muda dengan bau yang menyengat dan rendemen 0,06 %, mempunyai indeks bias 1,463 ( $20^{\circ}C$ ), dan massa jenis sebesar 1,126 g/mL ( $25^{\circ}C$ ). Hasil analisis dengan KG-SM menunjukkan adanya 25 komponen penyusun minyak mint, dengan komponen utama yaitu karvon (52,46 %), l-limonena (14,12 %), dan piperitenon oksida (11,73 %). Aktivitas fumigan minyak mint terhadap *T.molitor* ditunjukkan dengan nilai  $LC_{50}$  sebesar 25,18 ppm. Minyak mint mempunyai nilai  $LT_{50}$  sebesar 107,9 jam (1 ppm), 12,02 jam (25 ppm), dan 8,93 jam (250 ppm). Senyawa yang diduga berkontribusi sebagai fumigan berdasarkan *structure activity relationship* (SAR) ialah karvon,  $\alpha$ -pinena,  $\beta$ -pinena, l-limonena dan linalol.

**Kata kunci :** *disitilasi uap-air, fumigan, KG-SM, minyak mint, SAR*

**Isolation, Characterization of Mint Oil From The Leaves of *Mentha Arvensis* Linn Results of Steam-Water Distillation and Test Its Activity As An Fumigant Against Insect**

*Tenebrio Molitor*

**ABSTRACT**

This research were aims to isolate and characterize the mint oil from *Mentha arvensis* Linn leaf and determined its activity as fumigant against *Tenebrio molitor*. Isolation of mint oil was carried out using water-steam distillation for 4 hours, while the characterization of mint oil based on its physical properties, such as colour, odour, the refractive index and density. The chemical component of mint oil was analyzed using Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS). Fumigant activity test was performed toward *T.molitor* to determine  $LT_{50}$  and  $LC_{50}$  value. Determination of the  $LT_{50}$  was performed for 24 hours at concentration 1, 25 and 250 ppm, while  $LC_{50}$  determinations was performed for 12 hours at concentration 23,24,25,26,27,and 28 ppm. The experiment result showed that mint oil is light yellow liquid with strong odour and the yield of mint oil is 0.06% , refractive index value is 1.463 (20 °C), and density is 1.126 g/mL (25 °C). The results of GC-MS analyzing showed that mint oil contain 25 chemical components, with the major components is carvone (52.46%), l-limonene (14.12%), and piperitenone oxide (11.73%). Mint oil's fumigant activity toward *T.molitor* showed at  $LC_{50}$  value 25.18 ppm. Mint oil has  $LT_{50}$  at 107.19 hours (1 ppm), 12.02 hours (25 ppm) and 8.93 hours (250 ppm). Carvon,  $\alpha$ -pinene,  $\beta$ -pinene, l-limonene dan linalool might be predicted to have a contribution on its activity as fumigant.

**Keywords:** *fumigant, GC-MS, Mint Oil, steam-water distillation, SAR*

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul : ” **Isolasi, Karakterisasi Minyak Mint dari Daun *Mentha arvensis Linn* Hasil Distilasi Uap Air dan Uji Aktivitasnya Sebagai Fumigan Terhadap Serangga *Tenebrio molitor***”. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan dan memperoleh gelar Sarjana Sains dalam bidang kimia di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung selama pelaksanaan penelitian. Ungkapan terima kasih tersebut khususnya penulis sampaikan kepada :

1. Dr. Rurini Retnowati, M.Si dan Masruri, S.Si., M.Si, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I dan II atas segala pengarahan, perhatian, tenaga, pikiran, kesabaran dan ilmu pengetahuan yang telah diberikan selama penyusunan tugas akhir ini.
2. Lukman Hakim, S.Si., M.Sc.,D.SC selaku Dosen Penguji atas segala masukan dan saran-saran yang diberikan.
3. Dr. Elvina Dhiaul I., M.Si dan Yuniar Ponco P., S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan dan nasehatnya kepada penulis.
4. Dr. Edi Priyo U., MS. selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya, staf pengajar, dan semua karyawan Jurusan Kimia atas semua bantuan yang diberikan.
5. Kedua orang tua, keluarga, serta rekan-rekan mahasiswa MIPA yang selalu mengiringi penulis dengan doa, perhatian, dan kasih sayang, serta dukungan hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharap kritik dan saran guna perbaikan dan penyempurnaannya sehingga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Juli 2013

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 <i>Mentha arvensis</i> Linn .....	5
2.2 Minyak Mint .....	5
2.3 <i>Tenebrio molitor</i> .....	7
2.4 Isolasi Minyak Atsiri Dengan Distilasi Uap Air .....	8
2.5 Identifikasi Senyawa Dengan Kromatografi Gas-Spektrometri Massa .....	9
2.6 Fumigan Sebagai Insektisida .....	10
2.7 Uji Toksisitas Fumigan .....	10
2.8 Aktivitas Konstituen Minyak Atsiri Sebagai Fumigan	
2.9 <i>Structure Activity Relationship</i> Pada Toksikologi .....	11
2.10 Inhibitor Asetilkolinesterase .....	12
2.11 Hipotesis .....	13

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	14
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	14
3.2.1 Bahan Penelitian .....	14
3.2.1.1 Sampel .....	14
3.2.1.2 Bahan Kimia .....	14
3.2.2 Alat Penelitian.....	14
3.3 Tahapan Penelitian.....	14
3.4 Prosedur Kerja Penelitian.....	15
3.4.1 Preparasi Sampel Daun Mint .....	15
3.4.2 Preparasi Sampel <i>T.molitor</i> .....	15
3.4.3 Persiapan $\text{MgSO}_4$ anhidrat dari $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .....	15
3.4.4 Isolasi Minyak Mint Dengan Metode Distilasi Uap Air .....	16
3.4.5 Penentuan Sifat Fisik Minyak Mint .....	16
3.4.6 Karakterisasi Minyak Mint Menggunakan Kromatografi Gas- Spektrometri Massa.....	17
3.4.7 Uji Aktivitas Minyak Mint Terhadap <i>T.molitor</i> .....	17
3.4.7.1 Preparasi Bejana Fumigasi.....	17
3.4.7.2 Uji Toksisitas Fumigan.....	17
3.4.7.2.1 Uji Pendahuluan.....	17
3.4.7.2.2 Uji Aktivitas Mint Untuk menentukan $\text{LC}_{50}$ .....	18
3.4.8 Analisis Data.....	19
3.4.8.1 Analisis Hasil Spektra Kromatogarfii Gas-Spektrometri Massa .....	18
3.4.8.2 Analisis Hasil Uji Toksisitas Fumigan .....	18
 <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	 <b>20</b>
4.1 Isolasi Minyak Mint Dengan Distilasi Uap Air .....	20
4.2 Karakteristik Minyak Mint ( <i>M.arvensis</i> Linn) Berdasarkan Sifat Fisik Minyak.....	21
4.3 Karakteristik Komponen Penyusun Minyak Mint .....	22
4.4 Uji Aktivitas Fumigan Minyak Mint Terhadap <i>T.molitor</i> .....	50
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	 <b>55</b>
5.1 Kesimpulan .....	55

5.2 Saran ..... 55

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 56

**LAMPIRAN** ..... 63

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman <i>Mentha arvensis</i> Linn .....	5
Gambar 2.2	Minyak Atsiri di Jaringan Trikoma .....	6
Gambar 2.3	Struktur Senyawa Utama Penyusun Minyak Mint	7
Gambar 2.4	Kumbang <i>T.molitor</i> .....	8
Gambar 2.5	Siklus Hidup Serangga <i>T.molitor</i> .....	8
Gambar 2.6a	Kerangka <i>p</i> -mentan .....	12
Gambar 2.6b	$\alpha,\beta$ Keton Tak Jenuh.....	12
Gambar 2.7a	Struktur Enzim AChE.....	13
Gambar 2.7b	Reaksi Inhibisi AChE Senyawa Organofosfat.....	13
Gambar 4.1	Minyak Mint Hasil Penelitian .....	21
Gambar 4.2	Total Ionik Kromatogram Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Uap Air .....	23
Gambar 4.3	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 7,615 menit.....	24
Gambar 4.4	Pola Fragmentasi $\alpha$ -pinena .....	24
Gambar 4.5	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 8,704 menit.....	25
Gambar 4.6	Pola Fragmentasi sabinena .....	25
Gambar 4.7	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 8,836 menit.....	26
Gambar 4.8	Pola Fragmentasi $\beta$ -pinena .....	26
Gambar 4.9	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 9,126 menit.....	27
Gambar 4.10	Pola Fragmentasi $\beta$ -mirsena .....	27
Gambar 4.11	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 9,222 menit.....	28
Gambar 4.12	Pola Fragmentasi 3-oktanol .....	28
Gambar 4.13	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 10,367 menit....	29
Gambar 4.14	Pola Fragmentasi l-limonen .....	29
Gambar 4.15	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 10,442 menit....	30
Gambar 4.16	Pola Fragmentasi 1,8 sineol.....	30
Gambar 4.17	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 10,512 menit....	31

Gambar 4.18	Pola Fragmentasi cis-osimena .....	31
Gambar 4.19	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 10,828 menit....	32
Gambar 4.20	Pola Fragmentasi trans $\beta$ -osimena.....	32
Gambar 4.21	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 12,405 menit....	33
Gambar 4.22	Pola Fragmentasi linalol .....	33
Gambar 4.23	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 13,080 menit....	34
Gambar 4.24	Pola Fragmentasi 3-oktanil asetat.....	34
Gambar 4.25	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 14,599 menit....	35
Gambar 4.26	Pola Fragmentasi endo-borneol.....	35
Gambar 4.27	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 15,485 menit....	35
Gambar 4.28	Pola Fragmentasi dihidrokarvon.....	36
Gambar 4.29	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 16,275 menit....	36
Gambar 4.30	Pola Fragmentasi trans-karveol .....	37
Gambar 4.31	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 17,142 menit....	37
Gambar 4.32	Pola Fragmentasi karvon .....	38
Gambar 4.33	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 20,551 menit....	38
Gambar 4.34	Pola Fragmentasi piperitenon oksida.....	39
Gambar 4.35	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 21,087 menit....	39
Gambar 4.36	Pola Fragmentasi $\beta$ -borbonena .....	40
Gambar 4.37	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 21,487 menit....	40
Gambar 4.38	Pola Fragmentasi cis-sinerolon.....	41
Gambar 4.39	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 22,064 menit....	41
Gambar 4.40	Pola Fragmentasi trans-kariofilena.....	42
Gambar 4.41	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 23,199 menit....	42
Gambar 4.42	Pola Fragmentasi $\beta$ -kubebena.....	43

Gambar 4.43	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 23,697 menit....	43
Gambar 4.44	Pola Fragmentasi germakrena D.....	44
Gambar 4.45	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 24,093 menit....	44
Gambar 4.46	Pola Fragmentasi gamma elemena .....	45
Gambar 4.47	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 24,704 menit....	45
Gambar 4.48	Pola Fragmentasi $\delta$ -kadinena.....	46
Gambar 4.49	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 26,279 menit....	47
Gambar 4.50	Pola Fragmentasi pentadekana .....	47
Gambar 4.51	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 28,653 menit....	47
Gambar 4.52	Pola Fragmentasi heptadekana .....	48
Gambar 4.53	Spektrum Massa Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 22,727 menit....	48
Gambar 4.54	Grafik Hubungan %Kematian Serangga <i>T.molitor</i> dan Waktu Pemaparan pada Minyak Mint Hasil Distilasi Uap-Air .....	51
Gambar 4.55	Grafik Hubungan Probit Mortalitas Serangga <i>T.molitor</i> dan Log Konsentrasi Minyak Mint Hasil Distilasi Uap Air.....	53
Gambar 4.56	Struktur Senyawa Karvon.....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komponen Senyawa Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Uap, Uap Air dan air .....	6
Tabel 2.2	Tingkat Toksisitas Berdasarkan Nilai $LC_{50}$ .....	11
Tabel 4.1	Karakterisasi Sifat Fisik Minyak Mint .....	21
Tabel 4.2	Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Uap Air .....	49



## DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram Alir Penelitian .....	63
2	Perhitungan .....	69
3	Spektrum Massa Senyawa Hasil KG-SM dari Pustaka Willey7.Lib.....	72
4	Data Hasil Penelitian .....	80
5	Dokumentasi Penelitian.....	91

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Genus *Mentha L.* termasuk dalam famili *Lamiaceae* yang dikenal sebagai penghasil minyak mint [1,2]. Di Indonesia sendiri ada terdapat 2 jenis spesies dari genus *Mentha L.* yakni *Mentha arvensis* dan *Mentha piperita* [1]. Menurut Hadipoentyanti [3], *Mentha arvensis* memiliki potensi untuk dikembangkan dan dibudidayakan dengan baik di Indonesia dibandingkan jenis *Mentha* yang lain. Minyak mint yang berasal dari daun, batang dan akar *M.arvensis* banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri makanan dan farmasi. Isolasi minyak mint dari daun mint *M.arvensis* dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti distilasi air, distilasi uap dan disitlasi uap-air. Isolasi mnyak mint dengan metode distilasi uap menghasilkan minyak dengan rendemen 1,16%, metode distilasi air menghasilkan minyak dengan rendemen 0,35%, sedangkan rendemen minyak mint hasil isolasi dengan metode distilasi uap-air adalah 0,51 mL dari 1000 gram [2,4,5].

Distilasi uap-air adalah metode isolasi minyak atsiri yang sederhana dan banyak digunakan [6]. Keuntungan penggunaan metode ini dibandingkan dengan distilasi air ialah kualitas minyak yang dihasilkan baik karena konstituen minyak atsiri seperti ester dan aldehid tidak mengalami hidrolisis dan polimerisasi. Konstituen minyak atsiri yang mudah menguap pun lebih sedikit yang hilang pada metode distilasi uap-air. Jika dibandingkan dengan distilasi uap, metode distilasi ini tidak menggunakan panas yang tinggi sehingga komponen penyusun minyak atsiri tidak rusak dan lebih efisien dalam energi [7]. Hasil isolasi minyak mint dengan metode distilasi akan dikarakterisasi berdasarkan sifat fisik. Karakteristik fisik minyak mint *M. arvensis* dapat dilakukan dengan mengamati massa jenis dan indeks biasnya [8,9]. Minyak mint berkualitas baik apabila memiliki kriteria sifat fisik seperti yang telah ditetapkan oleh EINECS (*European Inventory Of Existing Commercial Chemical Substance*) yakni indeks bias sebesar 1,458 sampai 1,465 dan massa jenis sebesar 0,888 sampai 0,908 g/mL [10].

Komponen senyawa penyusun minyak mint dapat

dikarakterisasi dengan menggunakan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (KG-SM). Komponen senyawa penyusun minyak mint hasil distilasi air yang dikarakterisasi dengan KG-SM adalah cis- $\beta$ -terpineol (2,64%) , 1-menton (35,70%), isomenton (9,47%), mentol (27,98%), mentil asetat (4,98%), trans- $\beta$ -kariofilena (1,03%), 1,8-sineol (3,68%), limonena (0,89%), pulegon (2,19%) [11]. Hasil identifikasi komponen utama penyusun minyak mint menggunakan KG-SM dengan distilasi uap menton (14,8%), isomenton (4,5%), mentol (54,7%), piperiton (4,7%), dan mentil asetat (10,9%) [2]. Komponen senyawa yang diperoleh dengan distilasi uap-air adalah 2-metil-5-(1-metiletilen)-2-sikloheksenon (64,0%), piperitenon oksida (17,0%), limonen (8,6%), kariofilena oksida (2,8%), bourbonena (2,6%), trans-kariofilena (1,3%) dan mirsena (1,1%) [5].

Di Indonesia, salah satu hama yang merugikan ialah kumbang *Tenebrio molitor* atau yang dikenal sebagai hama gudang. Hama ini aktif pada malam hari dan sering menyerang cadangan makanan manusia seperti biji-bijian dan sereal [12]. Penyerangan hama ini dapat ditekan melalui pengendalian hama terpadu (PHT) [13]. Pendekatan PHT, penggunaan pestisida alami lebih disarankan daripada pestisida sintetik dalam menanggulangi serangan hama serangga. Pestisida alami memiliki keunggulan dibandingkan pestisida sintetik yakni relatif aman terhadap lingkungan, sulit menimbulkan kekebalan terhadap hama, dan tidak menyebabkan keracunan pada tanaman [14]. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai pestisida alami ialah minyak atsiri. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri memiliki potensi sebagai pestisida alami khususnya jenis fumigan untuk membunuh serangga [15].

Minyak atsiri sebagian besar tersusun atas senyawa monoterpen sebagai konstituennya. Senyawa-senyawa monoterpen dalam minyak atsiri mudah menguap sehingga memiliki potensi sebagai fumigan. Minyak *Mentha citrata* yang mengandung senyawa linalol dan linalil asetat memperlihatkan toksisitas fumigasi terhadap *rice weevils*. Senyawa-senyawa monoterpen yang lainnya juga menunjukkan aktivitas fumigasinya seperti 1-karvon terhadap *Rhizopertha domestica*, mentol terhadap *Tenebrio castaneum* dan *Callosobruchus maculatus*, menton dan  $\alpha$ -pinena terhadap *R. weevil* serta 1,8 cineol dan pulegon terhadap *T. castaneum* [15].

Lee [16] melaporkan bahwa minyak mint memiliki aktivitas

sebagai fumigan terhadap kutu beras *Sitophilus oryzae*. Aktivitas fumigasi minyak mint dari *M.arvensis* ditunjukkan melalui nilai LC<sub>50</sub> (*Lethal Concentration to 50%*) sebesar 45,5 µL/L terhadap *S.oryzae* [16]. Adanya komponen senyawa monoterpen penyusun minyak mint seperti menton, menthol, 1,8 sineol, karvon, pulegon, linalol, dan  $\alpha$ -pinena dalam minyak mint diduga turut berkontribusi dalam aktivitas fumigan minyak mint [15,16]. Pendekatan secara *structure activity relationship* (SAR) pada komponen minyak mint menunjukkan bahwa karvon berpotensi sebagai senyawa aktif fumigan. Hal ini disebabkan karena karvon merupakan senyawa monoterpenoid yang memiliki kerangka p-mentan dan adanya  $\alpha,\beta$  keton tak jenuh [17.18]. Toksisitas senyawa monoterpen dapat pada serangga karena aktivitasnya sebagai inhibitor terhadap asetilkolinesterase dan sitokrom P450 [16].

Minyak mint memiliki potensi sebagai insektisida alami terhadap serangga *T.molitor*, akan tetapi informasi tentang aktivitas minyak mint terhadap serangga ini belum ada. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui potensi aktivitas minyak mint hasil distilasi uap-air terhadap hama gudang *T.molitor*. Minyak mint yang diperoleh akan ditentukan sifat fisiknya dan untuk karakterisasi komponen senyawanya digunakan kromatografi gas-spektrometer massa. Uji aktivitas insektisida minyak mint dilakukan dengan metode fumigasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai aktivitas fumigan minyak mint dan senyawa-senyawa yang berkontribusi sebagai fumigan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik komponen senyawa penyusun minyak mint (*M.arvensis* Linn) hasil distilasi uap-air ?
2. Bagaimakah aktivitas minyak mint hasil distilasi uap-air terhadap kumbang *T.molitor* ?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini ialah :

1. Daun mint (*M.arvensis* Linn) yang digunakan berasal dari Desa Pujon, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, yang telah dideterminasi di Laboratorium Laboratorium Taksonomi dan

Struktur Tumbuhan Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya

2. Sampel *T.molitor* yang digunakan berasal dari Desa Tumpang Rejo Kabupaten Malang yang dideterminasi di Laboratorium Fisiologi, Struktur dan Perkembangan Hewan Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya
3. Sampel *T.molitor* yang digunakan tidak ditentukan umur dan jenis kelaminya
4. Karakterisasi sifat fisik minyak mint dilakukan melalui penentuan warna, bau, massa jenis dan indeks bias
5. Analisis komponen penyusun minyak mint dilakukan dengan menggunakan KG-SM.
6. Uji aktivitas insektisida minyak mint dilakukan dengan metode fumigasi
7. Serangga uji yang digunakan adalah kumbang *T. molitor* yang berumur 1 – 7 hari yang berjenis kelamin jantan dan betina.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan karakteristik minyak mint hasil distilasi uap-air berdasarkan sifat fisik dan analisis dengan KG-SM.
2. Menentukan uji aktivitas minyak mint sebagai fumigan terhadap serangga *T.molitor* dengan metode fumigasi berdasarkan nilai  $LT_{50}$  dan  $LC_{50}$ .

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik minyak mint dari daun *M. arvensis* Linn hasil distilasi uap-air dan aktivitasnya sebagai fumigan alami terhadap serangga *T. molitor*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. *Mentha Arvensis* Linn.

*M. arvensis* Linn dengan produk utama menthol adalah spesies *Mentha* sp. yang paling besar permintaannya untuk industri di Indonesia [1]. Morfologi tanaman *M. arvensis* ialah memiliki tinggi yang dapat mencapai 40 cm. Batang tanaman tidak berkayu, bentuk persegi licin, berwarna merah muda, dan tidak berbulu. Daun berbentuk tunggal, letaknya berhadapan dan berwarna hijau. Permukaan daun tidak rata, tepi bergerigi, ujung meruncing, dan pangkal tumpul. Panjang daun 3-4,5 cm dan lebar 2-2,5 cm [2].

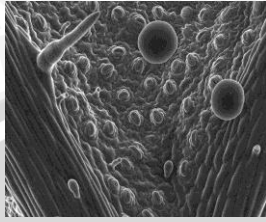


**Gambar 2.1.** Tumbuhan *Mentha arvensis* Linn [19]

Tanaman *M. arvensis* yakni berasal dari divisi Spermatophyta, kelas Decotyledoneae, suku Labiaceae, marga *Mentha* dan jenis *M. arvensis* [2].

### 2.2 Minyak Mint

Minyak mint yang berasal dari *M. arvensis* dikenal juga dengan nama minyak *cornmint*. Minyak ini terdapat pada jaringan pada bagian atas dan bawah dari daun tepatnya di jaringan trikoma [2]. Minyak mint memiliki karakteristik berwarna kuning muda sampai kuning tua dan memiliki bau menyengat dan beraroma mint segar [10]. Minyak mint dari *M. arvensis* mengandung komponen utama mentol bebas 53-78%, mentil ester 30%, dan menton 10-13% [2]. Sifat fisik minyak mint (*M. arvensis*) yang harus dipenuhi sesuai dengan yang ditetapkan oleh EINECS (*European Inventory of Existing Commercial Chemical Substance*) antara lain memiliki massa jenis (25 °C) sebesar 0.888 - 0.908 g/mL dan indeks bias (20 °C) sebesar 1.458 - 1.465 [10].



**Gambar 2.2.** Minyak Atsiri di Jaringan Trikoma [20]

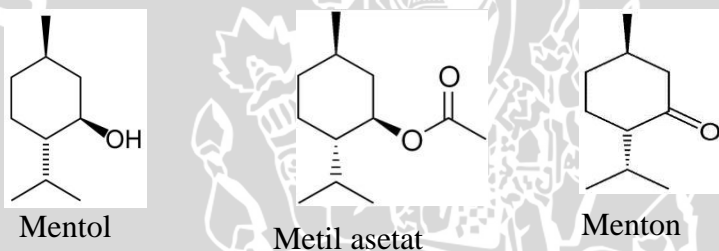
Komponen senyawa penyusun minyak mint yang diperoleh dari hasil isolasi distilasi air, uap-air dan uap disajikan pada Tabel 1 [2,4,5]

**Tabel 2.1.** Komponen Senyawa Minyak Mint Hasil Distilasi Uap, Uap-Air, dan Air

Metode Distilasi	Komponen Senyawa
Distilasi Uap	cis- $\beta$ -terpineol (2,64%) l-menton (35,70%) isomenton (9,47%) mentol (27,98%) mentil asetat (4,98%) trans- $\beta$ -karyopilena (1,03%) 1,8-Lineol (3,68%) limonena (0,89%) pulegon (2,19%)
Distilasi Uap-Air	2-Metil-5-(1-metiletilen)-2-siklohek sen-1-on (64%) piperitenon oksida (16,96%) limonena (8,61%) kariofilen oksida (2,75%) bourbonena (2,58%) trans-kariofilena (1,32%) mirsena (1,06%) nonanal (1,08%) 7-Metil-3-metilen-1,6,9-dekatriena (0,93%) p-2-menthen-1-ol (0,69%)

Metode Distilasi	Komponen Senyawa
Distilasi Air	$\alpha$ -Pinena (0,41%) $\beta$ -Pinena (0,85%) menton (11,32%) mentil asetat (3,27%) limonena (3,23%) isopulegol (1,03%) isomenton (2,65%) neo-mentol (1,53%) piperiton (0,61%)

Salah satu komponen minyak mint yakni menton telah menunjukkan potensi toksisitasnya terhadap kutu beras (*R. weevil*) [16]. Senyawa-senyawa yang memiliki gugus keton memiliki aktivitas fumigan yang sangat efektif [15].



**Gambar 2.3** Struktur Senyawa Utama Penyusun Minyak Mint

### 2.3 Tenebrio molitor

Kumbang *T. molitor* termasuk ordo Coleoptera yang jumlahnya mencapai 250.00 spesies hidup di muka bumi ini [21]. *T. molitor* mempunyai klasifikasi sebagai berikut [12] :

Kingdom : Animalia  
Filum : Arthropoda  
Kelas : Insekta  
Ordo : Coleoptera  
Famili : Tenebrionidae  
Genus : *Tenebrio*  
Spesies : *Tenebrio molitor*



**Gambar 2.4.** Kumbang *T.molitor* [12]

*T.molitor* mengalami metamorfosis sempurna [21]. Untuk melaksanakan metamorfosis sempurna, seekor *T.molitor* membutuhkan waktu 2-3 bulan [22]. Siklus hidup dan metamorfosis kumbang *T.molitor* terdiri dari empat tahap yaitu telur (1), larva (2), kepompong (pupa) (3) dan serangga dewasa (4) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 [22]. Pada serangga dewasa, antena yang terdapat pada kepala berfungsi sebagai indera perasa, bertindak sebagai organ pengecap, organ untuk membau, dan organ-organ pendengaran [23].



**Gambar 2.5.** Siklus Hidup Serangga *T.molitor* [22]

#### **2.4 Isolasi Minyak Atsiri Dengan Distilasi Uap-air**

Distilasi uap-air merupakan salah satu metode isolasi sederhana yang umum digunakan [6]. Distilasi ini juga lebih efisien dalam hal penggunaannya dibandingkan dengan distilasi air. Rangkaian alat pada distilasi ini hampir sama dengan distilasi air, hanya saja sampel tumbuhan yang akan diisolasi tidak kontak langsung dengan air. Sampel tumbuhan berada di atas piringan yang berlubang sementara air berada di bawahnya [7]. Metode ini dapat digunakan untuk bahan-bahan berupa daun dan rumput-rumputan [24].

Uap-air pada proses distilasi uap-air pada tekanan atmosfer akan masuk menembus sel dan menyebabkan minyak atsiri keluar dari dalam sel dalam bentuk uap. Temperatur dari uap-air haruslah cukup tinggi untuk dapat membuat minyak atsiri teruapkan [6]. Campuran dari uap-air dan minyak atsiri kemudian akan melewati kondensor dan



terkondensasi sehingga berbentuk cairan kembali. Pada distilasi, untuk mengubah minyak atsiri ke bentuk uap diperlukan energi dalam bentuk panas yang disebut kalor laten penguapan. Cairan akan mendidih pada temperatur di mana tekanan uapnya sama dengan tekanan atmosfer [25]. Minyak atsiri dapat teruapkan oleh uap-air saat jumlah tekanan uap keduanya sama dengan tekanan atmosfer [24,25]. Hal ini dapat dinyatakan dalam persamaan berikut [25] :

$$P_{\text{total}} = P_A + P_{\text{air}}$$

di mana,  $P_{\text{total}}$  adalah jumlah tekanan total;  $P_A$  adalah tekanan uap minyak atsiri atau senyawa  $P_{\text{air}}$  adalah tekanan uap-air.

## **2.5 Identifikasi Senyawa Dengan Kromatografi Gas-Spektrometri Massa**

Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (KG-SM) adalah suatu metode yang menggabungkan kromatografi gas dan spektrometer massa untuk mengidentifikasi substansi-substansi hasil sebuah uji sampel. [26]. Molekul memerlukan waktu yang berbeda-beda (disebut waktu retensi) untuk keluar (disebut eluat) dari kromatografi gas dan setelah itu spektrometer massa yang memiliki energi sekitar 70 eV akan memecah tiap molekul menjadi fragmen ion dan mendeteksi fragmen ion berdasarkan massanya [27]. Hasil dari KG-SM ialah spektra massa dan dugaan senyawa yang teridentifikasi berdasarkan pustaka spektral NIST, WILEY, atau Adam. Konfirmasi ulang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa senyawa senyawa yang diusulkan berdasarkan pustaka spektral melalui pola fragmentasi dan indeks retensi [28].

Pola fragmentasi dari spektra massa dapat digunakan untuk menentukan struktur suatu senyawa. Suatu puncak pada spektra massa pada nilai  $m/z$  tertentu secara empirik dapat dikorelasikan dengan struktur senyawa tertentu. Perbedaan  $m/z$  dari 2 buah puncak dapat memberikan informasi mengenai molekul ion yang lepas. Penggunaan pustaka seperti Tabel beynon untuk menentukan struktur senyawa pada  $m/z$  tertentu dan molekul ion yang lepas sangat diperlukan dalam mengidentifikasi suatu senyawa berdasarkan spektra massanya [29].

## 2.6 Fumigan Sebagai Insektisida

Insektisida adalah bahan-bahan kimia bersifat racun yang dipakai untuk membunuh serangga [30]. Insektisida dapat mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, sistem hormon, sistem pencernaan, serta aktivitas biologis lainnya hingga berujung pada kematian serangga pengganggu tanaman [31]. Salah satu jenis insektisida yang sering digunakan ialah fumigan. Fumigan adalah gas-gas mudah menguap yang dapat membunuh hama serangga [32]. Fumigan bila diberikan dalam konsentrasi yang sesuai akan dapat membunuh hama dan organisme tertentu, khususnya sering digunakan untuk mengendalikan serangga dan hama-hama lain dari golongan vertebrata [33]. Fumigan yang biasa digunakan adalah malation, paration, propoksur (baygon), karbofuran, dan forat [34]. Fumigan yang ideal memiliki ciri-ciri yakni memiliki tingkat racun yang tinggi terhadap hama yang menjadi target, toksisitas yang rendah terhadap tumbuhan, manusia dan organisme lain yang bukan menjadi sasaran, tidak memberikan bahaya kepada komoditas, tidak terbakar, tidak merusak, dan tidak meledak dalam keadaan penggunaan normal, mudah menguap dengan penetrasi yang baik, dan tidak berakibat buruk terhadap lingkungan [35].

Fumigan yang memiliki tekanan uap yang rendah menguap lebih lambat daripada fumigan dengan tekanan uap yang tinggi pada temperatur dan tekanan atmosfer [36]. Fumigan dengan tekanan uap yang rendah memiliki kemampuan penetrasinya lambat sehingga kurang efektif [37]. Temperatur juga mempengaruhi kecepatan penetrasi fumigant. Fumigan akan lebih reaktif dan berpenetrasi lebih cepat pada temperatur tinggi [36].

## 2.7 Uji Toksisitas Fumigan

Uji toksisitas fumigan dilakukan untuk mempelajari pengaruh ekstrak tumbuhan atau bahan kimia yang mudah menguap terhadap makhluk hidup untuk keperluan pengobatan, menentukan pertahanan anti-herbivora pada tumbuhan, menilai potensi dan efek bahaya dari pestisida baru, menilai toksisitas yang mungkin ditimbulkan oleh sumber polusi [35,36]. Untuk menentukan sifat toksisitas ini dapat ditentukan melalui penentuan nilai  $LC_{50}$  dan  $LT_{50}$ . Nilai  $LC_{50}$  menyatakan nilai konsentrasi yang dapat menyebabkan 50% kematian

pada suatu populasi dalam suatu tes toksisitas, sedangkan  $LT_{50}$  menyatakan waktu yang dibutuhkan untuk membunuh 50% dari suatu populasi [36,38]. Semakin rendah nilai  $LC_{50}$ , maka semakin beracun suatu bahan kimia [35]. Tingkat toksisitas suatu bahan kimia berdasarkan nilai  $LC_{50}$  disajikan pada Tabel 2 [39].

**Tabel 2.2** Tingkat Toksisitas Berdasarkan Nilai  $LC_{50}$

Tingkat Toksisitas	Nilai $LC_{50}$ (ppm)
Toksisitas sangat tinggi	<1
Toksisitas tinggi	1-100
Toksisitas menengah	100-1000
Toksisitas rendah	1000-10.000
Hampir tidak toksik	10.000-100.000
Tidak berbahaya	>100.000

## 2.8 Aktivitas Konstituen Minyak Atsiri sebagai Fumigan

Konstituen minyak atsiri sebagian besar tersusun atas senyawa-senyawa monoterpen yang mengandung 10 atom karbon. Senyawa-senyawa monoterpeoid telah lama dikenal memiliki sifat sebagai insektisida khususnya fumigan dan memiliki tingkat toksik yang berbeda-beda tergantung pada jenis serangganya. Beberapa penelitian telah banyak melaporkan minyak atsiri dengan konstituen tertentu memiliki aktivitas sebagai fumigan [15]

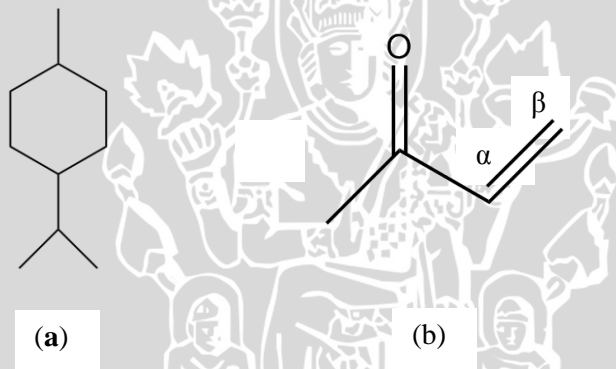
Minyak atsiri yang dengan konstituen linalol dan linalil asetat menunjukkan aktivitasnya sebagai fumigan pada kutu beras. 1,8 sineol dan trans-anetol menunjukkan aktivitasnya sebagai fumigan terhadap *Tenebrio castaneum*. Karvakrol, karveol, geraniol, linalol, mentol, terpineol, timol, verbenol, karvon, fenkon, menton, pulegon, tujon, verbenon, sinamaldehyd, sitral, sitronelal dan asam sinamik juga menunjukkan akti vitasnya sebagai fumigan terhadap *Musca domestica* dan *T.castaneum* [40]. Hasil dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa yang memiliki gugus keton memiliki efektivitas sebagai fumigan [15]. Senyawa limonena dan seskuioterpen memiliki tingkat toksisitas yang lemah terhadap berbagai serangga [41].

## 2.9 Structure Activity Relationship Pada Toksikologi

*Structure activity relationship* (SAR) adalah relasi antara struktur molekul dan aktivitas biologi dan fisiokimia [42]. Pendekatan

SAR dalam toksikologi khususnya di bidang pestisida dapat membantu dalam mendesain stuktur molekul yang memiliki aktivitas biologi [43]. Secara umum, SAR dapat diprediksi melalui ikatan dan gugus fungsi, bentuk 3 dimensi senyawa, sifat sterik dan elektrostatiknya [44].

SAR seringkali digunakan untuk menduga senyawa yang berkontribusi sebagai inhibitor asetilkolinesterase pada uji toksisitas. Pendekatan SAR senyawa-senyawa yang menghambat asetilkolinesterase dapat dilakukan dengan memperhatikan kerangka senyawa dan ada tidaknya senyawa karbonil yang berikatan dengan  $\alpha,\beta$  keton. Miyazawa melaporkan bahwa senyawa yang memiliki kerangka p-mentan dan adanya  $\alpha,\beta$  keton tak jenuh menunjukkan aktivitas sebagai inhibitor enzim asetilkolinesterase [17,18]. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Miyazawa ini, dapat diprediksi senyawa yang dapat menjadi inhibitor asetilkolinesterase.

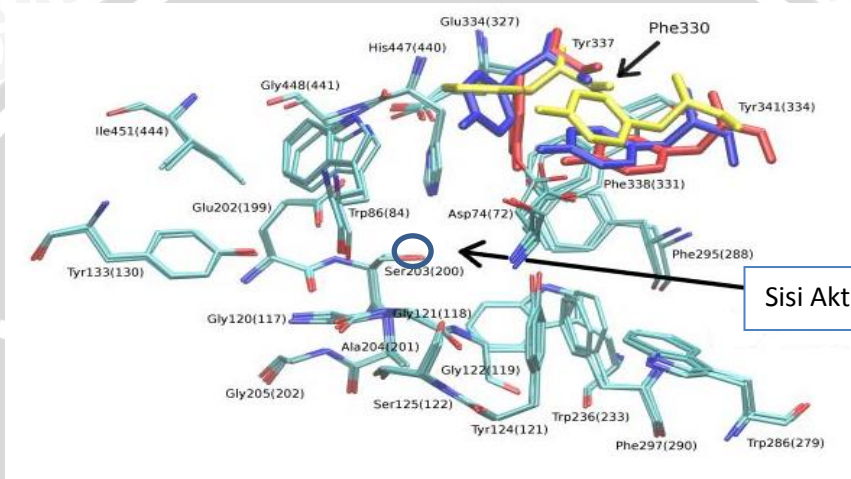


**Gambar 2.6.** (a) Kerangka p-mentan ; (b)  $\alpha,\beta$  Keton Tak Jenuh

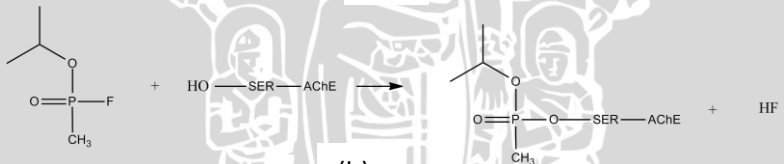
### 2.10 Inhibitor Asetilkolinesterase

Asetilkolinesterase (AChE) adalah enzim hidrolase yang meregulasi transmisi signal pada sistem saraf. Asetilkolinesterase dapat diinhibisi oleh pestisida khususnya pestisida yang mengandung senyawa-senyawa organofosfat seperti malation dan paration [34,45]. Senyawa-senyawa organofosfat dapat membentuk ikatan kovalen pada sisi aktif AChE yang mengakibatkan enzim tidak dapat menjalankan fungsinya dalam menghidrolisis asetilkolin [46]. Minyak atsiri dari beberapa tumbuhan dilaporkan memiliki aktivitas dalam menghambat AChE. Komponen senyawa penyusun minyak atsiri diduga turut

berkontribusi dalam menghambat AChE. Beberapa komponen senyawa penyusun minyak atsiri seperti 1,8 sineol, kamfor,  $\alpha$ -pinena, borneol, linalol, bornil asetat, linalil asetat, menton, karvon, anetol, anisol, eugenol, nonil alkohol, isomentol, sitronelol,  $\beta$ -mirsena, terpinen, 3-karena, beta-kariofilena, dan beta kariofilena oksida juga dilaporkan dapat menghambat enzim AchE pada jenis serangga tertentu [47].



(a)



(b)

**Gambar 2.7.** (a). Struktur Enzim AChE ; (b). Reaksi Inhibisi AChE Senyawa Organofosfat [59]

## 2.8. Hipotesis

Berdasarkan tinjauan teoritis dapat disusun hipotesis bahwa minyak mint berpotensi untuk dijadikan fumigan terhadap *T.molitor*.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya pada bulan Februari-Juni 2013. Determinasi daun mint dilakukan di Laboratorium Taksonomi dan Struktur Tumbuhan jurusan Biologi, fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya. Sedangkan determinasi serangga *T.molitor* dilakukan di Laboratorium Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang

#### **3.2 Bahan dan Alat Penelitian**

##### **3.2.1 Bahan Penelitian**

###### **3.2.1.1 Sampel**

Bahan sampel yang digunakan dalam penelitian ini ialah daun mint (*Mentha arvensis* Linn.) yang diperoleh dari Desa Pujon, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang dan serangga *T.molitor* yang digunakan berasal dari Desa Tumpang Rejo Kabupaten Malang.

###### **3.2.1.2 Bahan Kimia**

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades,  $MgSO_4$ , dan gas  $N_2$ .

##### **3.2.2 Alat Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi neraca analitik (*Ohaus Precision Advanced*), seperangkat alat distilasi uap-air, corong gelas, corong pisah, gelas kimia, gelas ukur, seperangkat alat Kromatografi Gas-Spektrometri Massa/KG-SM (*SHIMADZU-QP2010S*), piknometer, pipet tetes, handrefraktometer (*Atago Manual 2612-W 02 Master RI*), pipet mikro (*Acura Manual 825*), botol semprot, botol sampel, gunting, oven, dan kertas saring *Whatman* no.1

#### **3.3 Tahapan Penelitian**

1. Determinasi sampel daun mint
2. Preparasi sampel daun mint

3. Determinasi sampel serangga *T. molitor*
4. Preparasi sampel serangga *T. molitor*
5. Preparasi  $\text{MgSO}_4$  anhidrat dari  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
6. Isolasi minyak mint dengan metode distilasi uap-air
7. Penentuan sifat fisik minyak mint
8. Analisis komponen minyak mint menggunakan Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (KG-SM).
9. Uji aktivitas insektisida minyak mint terhadap serangga *T. molitor*

### **3.4 Prosedur Kerja Penelitian**

#### **3.4.1 Preparasi Sampel Daun Mint**

Bahan sampel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah daun mint segar (*M.arvensis* Linn) (hasil determinasi *M.arvensis* Linn ditunjukkan pada Lampiran 5.11) dari Desa Pujon, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Daun mint yang diperoleh sebanyak 1800 gram dicuci dengan air bersih.

#### **3.4.2 Preparasi Sampel *T.molitor***

Bahan sampel penelitian yang digunakan sebagai serangga uji adalah *T.molitor* ( hasil determinasi serangga *T.molitor* ditunjukkan pada Lampiran 5.12). Sebelum diuji, serangga *T.molitor* yang diperoleh dari Desa Tumpang Rejo di kabupaten Malang dipelihara hingga menjadi kumbang dalam sebuah wadah plastik. *T.molitor* yang telah menjadi kumbang kemudian akan dijadikan hewan uji terhadap minyak mint hasil distilasi uap-air.

#### **3.4.3 Persiapan $\text{MgSO}_4$ anhidrat dari $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$**

Padatan  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ditimbang sebanyak 50 g kemudian digerus menggunakan mortar hingga berbentuk serbuk halus. Serbuk  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , ditimbang dan dipanaskan dalam oven pada temperatur  $100\text{ }^\circ\text{C}$  selama 24 jam. Setelah itu dikeluarkan dari oven dan didinginkan ke dalam desikator selama 10 menit, lalu ditimbang massanya. Kemudian Perlakuan tersebut dilakukan berulang kali hingga diperoleh massa konstan. Kemudian  $\text{MgSO}_4$  dipanaskan lagi pada suhu  $110\text{ }^\circ\text{C}$  24 jam. Kemudian didinginkan ke dalam desikator selama 10 menit dan ditimbang massanya. Perlakuan ini juga diulang hingga diperoleh massa yang konstan.  $\text{MgSO}_4$  anhidrat yang dihasilkan disimpan dalam botol terbuka dan diletakkan pada desikator.

Selanjutnya ditentukan hidratnya yang ditunjukkan dengan perhitungan yang disajikan pada Lampiran 2.1.

#### **3.4.4 Isolasi Minyak mint Dengan Metode Distilasi Uap-air**

Sebanyak 1800 gram daun mint segar dimasukkan ke dalam ketel pemanas yang telah diisi air. Di dalam ketel pemanas, daun mint berada di atas piringan berlubang dan air berada di bawahnya. Ketel pemanas ditutup dengan penutup yang dihubungkan dengan kondensor. Kemudian kondensor dihubungkan dengan corong pisah menggunakan adaptor. Setelah itu, heater dipanaskan dan dilakukan distilasi daun mint selama 4 jam dari tetesan pertama distilat. Distilat yang dihasilkan ditampung ke dalam corong pisah 250 mL dan akan diperoleh 2 fasa yakni fasa minyak pada lapisan atas dan fasa air pada lapisan bawah yang tidak saling campur. Fasa minyak dipisahkan dari fasa air dan ditampung dalam gelas kimia 10 mL. Fasa minyak kemudian ditambahkan dengan  $MgSO_4$  anhidrat hingga seluruh molekul air yang masih terkandung dalam fasa minyak terikat dengan  $MgSO_4$  anhidrat. Lapisan minyak dipisahkan dengan  $MgSO_4$  dengan cara dekantasi dan ditampung dalam vial untuk kemudian dialiri gas  $N_2$ . Kemudian vial ditutup rapat dan dilapisi dengan aluminium foil (Lampiran 2.2).

#### **3.4.5 Penentuan Sifat Fisik Minyak mint**

Penentuan sifat fisik minyak mint meliputi wujud, warna, massa jenis dan indeks bias minyak mint hasil distilasi uap-air. Penentuan bau khas minyak mint hasil distilasi uap-air dilakukan melalui indra pembau sedangkan untuk pengamatan terhadap warna dilakukan dengan pengamatan langsung menggunakan indra penglihatan terhadap sampel minyak mint hasil distilasi uap-air.

Pengukuran massa jenis menggunakan piknometer 1 mL. Piknometer kosong ditimbang. Selanjutnya minyak mint hasil distilasi dimasukkan ke dalam piknometer 1 mL sampai penuh, ditutup dan ditimbang (Lampiran 5.8). Selanjutnya dihitung selisih antara berat piknometer yang berisi minyak dengan piknometer kosong (Lampiran 2.2). Pengukuran indeks bias menggunakan refraktometer. Sebelum digunakan, refraktometer perlu dikalibrasi menggunakan akuades. Akuades ditetaskan di atas kaca sampel sebanyak 2 tetes, ditutup, dan diamati indeks bias. Pengamatan indeks bias dilakukan dengan melihat garis tengah yang memisahkan antara gelap dan terang. Selanjutnya



dilakukan pengukuran indeks bias untuk minyak mint dengan perlakuan yang sama seperti pada saat kalibrasi menggunakan akuades (Lampiran 5.7).

### **3.4.6 Karakterisasi Minyak mint Menggunakan Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (KG-SM)**

Komponen penyusun minyak mint dikarakterisasi komponen penyusunnya dengan menginjeksikan 0,05  $\mu\text{L}$  minyak mint hasil distilasi uap-air pada *syringe* KG-SM dengan karakteristik:

Jenis kolom	: Restek Rtx – 5 MS
Fasa diam	: 5% difenil / 95% dimetil polisiloksan
Panjang kolom	: 30 meter
Temperatur kolom	: 60-215 $^{\circ}\text{C}$ (10 $^{\circ}\text{C}$ / menit)
Temperatur injektor	: 225 $^{\circ}\text{C}$
Tekanan gas	: 12 kPa
Kecepatan aliran gas	: 50 mL / menit
<i>Split ratio</i>	: 158,4
Gas pembawa	: He
Jenis pengion	: EI 70 ev

Data yang diperoleh dari KG-SM berupa *TIC*. *TIC* diinterpretasikan spektrum massa masing-masing komponen penyusun minyak mint. Spektrum massa yang diperoleh dibandingkan dengan spektra standar dari Pustaka WILEY7.

### **3.4.7 Uji Aktivitas Minyak mint Terhadap *T. molitor***

#### **3.4.7.1 Preparasi Bejana Fumigasi**

Sebelum melakukan uji aktivitas minyak mint, terlebih dahulu disiapkan bejana fumigasi. Bejana fumigasi terbuat dari stoples kaca yang transparan yang berukuran 500 mL. Di dalam bejana fumigasi dimasukkan botol plastik transparan dan pada bagian atas botol plastik direkatkan kertas saring *Whatman* no.1 (Lampiran 5.4). Kertas saring *Whatman* no.1 yang direkatkan tidak menutupi seluruh bagian atas botol (Gambar rangkaian alat ditunjukkan pada Lampiran 5.4)

#### **3.4.7.2. Uji Toksisitas Fumigan**

##### **3.4.7.2.1 Uji Pendahuluan**

Uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan waktu optimum melalui nilai  $\text{LT}_{50}$  pada minyak mint pada rentang konsentrasi tertentu.

Uji pendahuluan dilakukan dengan memasukkan 10 serangga *T.molitor* ke 3 bejana fumigasi yang telah dipreparasi. Pada masing-masing bejana fumigasi yang berbeda, dimasukkan minyak mint dengan konsentrasi 1, 25 dan 250 ppm menggunakan mikropipet. Untuk kontrol, bejana fumigasi tidak ditambahkan minyak mint. Kemudian bejana fumigasi ditutup dan pada bagian luar tutup bejana,direkatkan plester. Pengulangan pada masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak sebanyak 3 kali. Kematian serangga diamati setiap 2 jam pada masing-masing perlakuan serangga *T.molitor* diasumsikan telah mati, apabila tidak ada terlihat tanda-tanda pergerakan (Lampiran 5).

#### **3.4.7.2.2 Uji Aktivitas Minyak Mint Untuk Menentukan LC<sub>50</sub>**

Nilai LT<sub>50</sub> yang diperoleh dari hasil uji pendahuluan digunakan sebagai waktu optimum yang menjadi batasan waktu uji. Uji ini dilakukan dengan metode yang sama pada uji pendahuluan, akan tetapi variasi konsentrasi yang digunakan berbeda. Pada Uji ini, konsentrasi yang ditambahkan pada masing-masing bejana fumigasi ialah 23, 24, 25, 26, 27, dan 28 ppm (Lampiran 5). Untuk kontrol, sama seperti pada uji pendahuluan, bejana fumigasi tidak ditambahkan minyak mint. Pengulangan pada uji ini juga dilakukan sebanyak 3 kali pada masing-masing perlakuan. Data kematian serangga dari hasil uji ini akan digunakan untuk menentukan LC<sub>50</sub>.

### **3.4.8 Analisis Data**

#### **3.4.8.1 Analisis Hasil Spektra Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (KG-SM)**

Hasil analisa dari data KG-SM digunakan untuk mengetahui jumlah dan senyawa penyusun minyak mint. Kromatogram yang diperoleh digunakan untuk menentukan jumlah komponen minyak mint, sedangkan spektrum massa digunakan untuk menentukan jenis atau struktur komponen minyak mint

#### **3.4.8.2 Analisis Hasil Uji Toksisitas Fumigan**

Uji toksisitas fumigan dilakukan untuk memperoleh data kematian serangga *T.molitor* selama 24 jam pada konsentrasi 1, 25, dan 250 ppm untuk menentukan LT<sub>50</sub>. Uji fumigan juga dilakukan selama 12 jam pada konsentrasi 23,24,25,26,27, dan 28 ppm untuk menentukan LC<sub>50</sub>. Penentuan LC<sub>50</sub> dan LT<sub>50</sub> menggunakan analisis probit berdasar

kan data kematian serangga yang diperoleh dari hasil uji.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Isolasi Minyak Mint (*M.arvensis*) dengan Distilasi Uap-Air

Hasil distilasi uap-air 1800 g daun mint segar diperoleh minyak mint sebesar 1,25 gram dengan rendemen sebesar 0,06% (perhitungan ditunjukkan pada Lampiran 2.2). Minyak mint hasil isolasi, dikarakterisasi komponen senyawanya dan kemudian diuji aktivitasnya pada hewan uji serangga *T.molitor*.

Banyaknya daun mint yang telah digunakan disesuaikan dengan kapasitas dari volume alat distilasi uap-air karena ketebalan bahan dapat mempengaruhi rendemen minyak yang akan dihasilkan [55]. Pada proses isolasi minyak mint dengan menggunakan metode distilasi uap-air ini terjadi proses hidrodifusi di mana terjadinya perpindahan minyak atsiri dari kalenjar minyak ke luar jaringan melalui membran akibat tekanan yang ditimbulkan oleh uap-air, sehingga minyak atsiri dapat terekstrak dan ikut menguap bersama uap-air. Pengembunan terjadi di dalam kondensor, sehingga uap-air yang bercampur dengan minyak mint akan terkondensasi dan mencair kembali menuju ke corong pisah.

Rendemen hasil isolasi minyak mint pada penelitian ini berbeda dengan hasil rendemen pada penelitian yang telah dilaporkan sebelumnya. Isolasi minyak mint dari daun *M.arvensis* segar dan kering yang dilakukan oleh Yustisia [5] dengan metode distilasi uap-air menghasilkan minyak sebesar 0,51 mL dan 1,11 mL dari 1000 gram. Isolasi minyak mint dengan menggunakan metode distilasi uap menghasilkan rendemen sebesar 1,16% dan distilasi air menghasilkan rendemen sebesar 0,35% [2,4]. Hasil rendemen minyak mint yang berbeda-beda tersebut menunjukkan bahwa preparasi daun mint dan perbedaan metode isolasi yang digunakan dapat mempengaruhi rendemen minyak mint yang dihasilkan. Selain itu, umur tumbuhan dan bagian daun yang diambil juga berpengaruh pada rendemen dan komponen penyusun minyak atsiri yang dihasilkan [2]. Waktu optimum pemanenan daun *M.arvensis* adalah dari tumbuhan yang sudah berumur 2-3 bulan, yang dapat menghasilkan rendemen minyak mint hingga 1,92% [2]. Sampel daun *M.arvensis* yang digunakan pada penelitian ini masih berumur  $\pm 1$  bulan.

## 4.2 Karakteristik Minyak Mint (*M.arvensis Linn*) Berdasarkan Sifat Fisik

Sifat fisik minyak mint dikarakterisasi melalui pengamatan terhadap bau, warna, penentuan massa jenis dan pengukuran indeks bias. Hasil uji sifat fisik minyak mint ditunjukkan dalam Tabel 4.1 dan minyak hasil distilasi uap-air ditunjukkan pada Lampiran 5.5.

**Tabel 4.1.** Karakterisasi Sifat Fisik Minyak Mint

Parameter	Minyak Mint Hasil Penelitian	EINECS 290-058-5
Bau	Menyengat dan ber – aroma daun mint segar	Menyengat dan ber – aroma mint segar
Warna	Kuning muda	Kuning muda sampai Kuning tua
Massa jenis (25 <sup>0</sup> C)	1,126 g/mL	0,888 – 0,908 g/mL
Indeks Bias (20 <sup>0</sup> C)	1,463	1,458 – 1,465

Minyak mint hasil distilasi uap-air memiliki aroma daun mint segar. Pengamatan terhadap warna dilakukan melalui indera penglihatan. Parameter warna ini telah memenuhi standar EINECS (*European Inventory Of Existing Commercial Chemical Substance*) 290-058-5 yang menyebutkan bahwa minyak mint memiliki warna kuning muda sampai kuning tua. Berdasarkan parameter warna, minyak mint hasil distilasi uap-air telah sesuai dengan oleh EINECS 290-058-5. Minyak mint hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1.** Minyak Mint Hasil Peneitian

Penentuan massa jenis dilakukan dengan menggunakan piknometer yang memiliki kapasitas 1 mL (Lampiran 5.8). Massa jenis minyak mint hasil penelitian yang diperoleh adalah sebesar 1,126 g/mL (perhitungan ditunjukkan pada Lampiran 2.3). Harga massa jenis ini tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh EINECS 290-058-5 yakni pada rentang 0,888 - 0,908 g/mL. Hal ini disebabkan karena prosedur yang digunakan dalam menentukan massa jenis tidak menggunakan prosedur yang sama dengan EINECS 290-058-5 dan daun *M.arvensis* yang digunakan pada penelitian ini masih berumur  $\pm$  1 bulan [2,10].

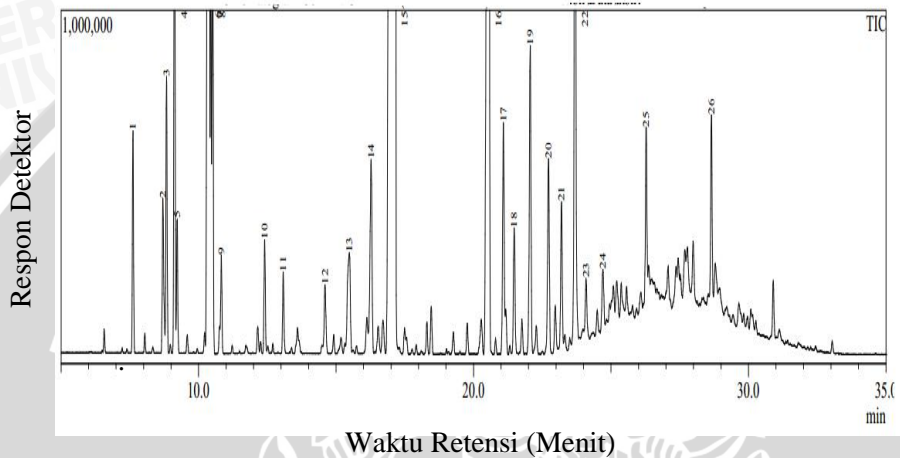
Pengukuran indeks bias dilakukan dengan refraktometer (Lampiran 5.7). Pengukuran indeks bias minyak mint hasil penelitian dilakukan pada temperatur 31<sup>0</sup>C. Skala yang terbaca kemudian dikonversi sesuai dengan standart yang telah ditetapkan oleh EINECS 290-058-5 sehingga diperoleh indeks bias minyak mint hasil penelitian sebesar 1,463 (perhitungan ditunjukkan pada Lampiran 2.4). Harga indeks bias penelitian telah sesuai dengan standar EINECS 290-058-5 karena berada dalam rentang 1,458 – 1,465.

#### **4.5 Karakteristik Komponen Penyusun Minyak Mint**

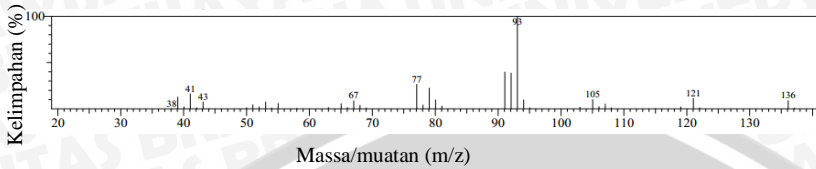
Hasil Karakterisasi komponen minyak mint dengan menggunakan KG-SM menghasilkan *Total ionic chromatogram* (TIC) yang merupakan grafik hubungan antara waktu retensi dengan respon detektor dari komponen-komponen penyusun minyak mint. Dari TIC tersebut diperoleh 26 puncak yang bisa diidentifikasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Minyak mint yang diperoleh dari hasil distilasi uap-air kemudian dikarakterisasi menggunakan instrumen KG-SM untuk mengetahui komponen senyawa penyusunnya. Instrumen KG-SM yang digunakan ialah GCMS (*QP2010S Shimadzu*) yang menggunakan kolom Restek Rtx-5MS yang karakteristik kolom yaitu 5% difenil dan 95 % dimetilpolisiloksan. Senyawa-senyawa yang tergolong nonpolar akan tertahan lebih lama di kolom menyebabkan senyawa-senyawa yang bersifat polar akan keluar terlebih dahulu. Hal ini ditunjukkan dari waktu retensi yang berbeda-beda dari masing-masing senyawa penyusun minyak mint (Lampiran 3.1).

Puncak dari kromatogram dianalisis lebih lanjut menggunakan spektrometer massa seperti yang disajikan pada Tabel 4.2. (Lampiran 3.1) dan kemudian akan diinterpretasikan pola fragmentasinya.

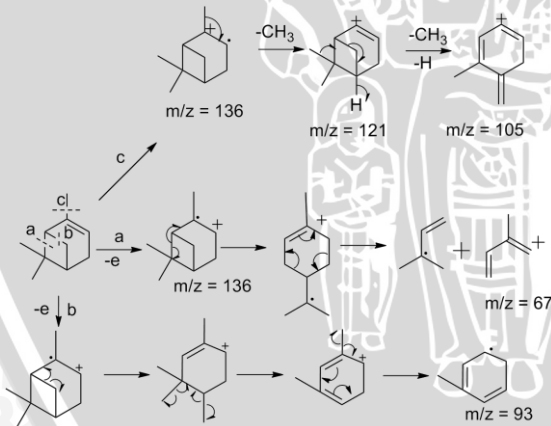


**Gambar 4.2** Total Ionik Kromatogram Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Uap-air



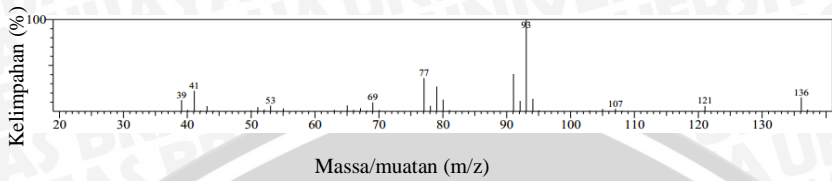
**Gambar 4.3** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 7,615 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 7,615 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 136, 121, 105, 93, 77, 67, 43, 41,$  dan  $38$  (Gambar 4.3). Spektrum massa pada Gambar 4.3 menunjukkan puncak tertinggi pada  $m/z 93$ . Puncak dengan  $m/z 93$  merupakan fragmen ion yang karakteristik untuk senyawa monoterpen [28]. Adanya rangkaian ion pada puncak dengan  $m/z 67$  setelah puncak pada  $m/z 136$  merupakan karakteristik fragmen ion dari senyawa alkena [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa  $\alpha$ -pinena (*SI/Similar Index*) = 97%) (Lampiran 3.2). Spektrum massa  $\alpha$ -pinena merupakan senyawa yang memiliki Pola fragmentasi  $\alpha$ -pinena diduga seperti Gambar 4.4.



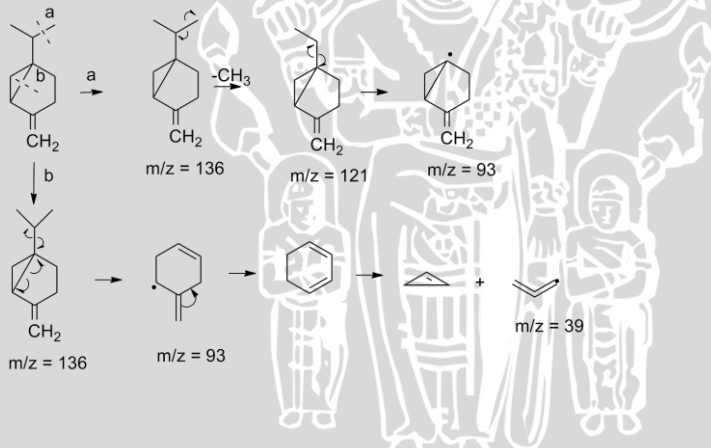
**Gambar 4.4** Pola Fragmentasi  $\alpha$ -pinena.



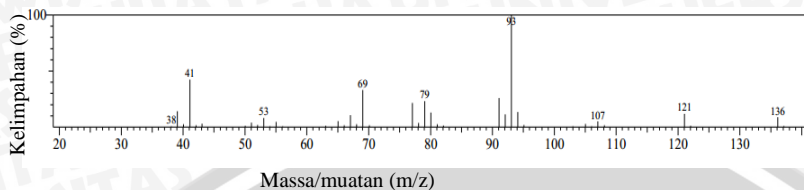


**Gambar 4.5** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 8,704 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 8,704 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 136, 121, 107, 93, 77, 69, 53, 41,$  dan  $39$  (Gambar 4.5). Pada spektrum massa ini, juga muncul puncak dengan  $m/z 93$  yang merupakan fragmen ion yang khas dari monoterpen [28]. Adanya puncak dengan  $m/z 39$  dan  $53$  menunjukkan adanya rangkaian fragmen ion dari senyawa alkena. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa sabinena ( $SI = 95\%$ ) (Lampiran 3.3). Pola fragmentasi sabinena diduga seperti Gambar 4.6.

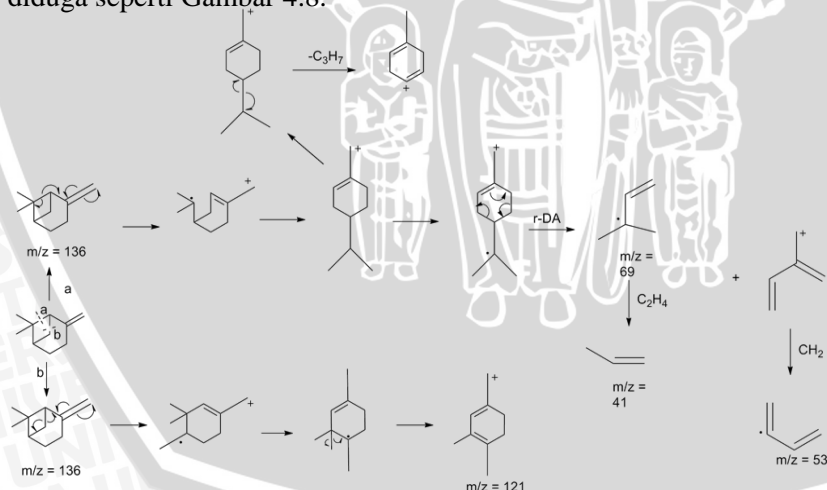


**Gambar 4.6** Pola Fragmentasi Sabinena

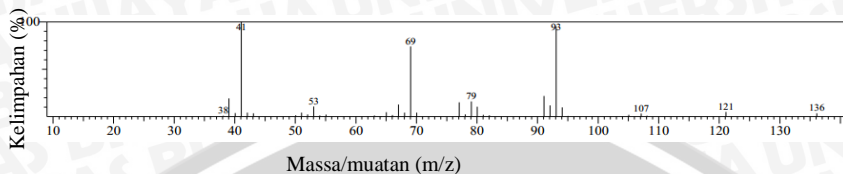


**Gambar 4.7** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 8,836 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 8,836 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 136$ , 121, 107, 93, 79, 69, 53, 41, dan 38 (Gambar 4.7). Monoterpen memiliki karakteristik fragmen ion pada puncak dengan  $m/z$  93. Pada Gambar 4.7 tampak adanya puncak dengan  $m/z$  93. Puncak dengan  $m/z$  69 menunjukkan terjadinya retro-Diels-Alder (r-DA) [28]. Adanya puncak dengan  $m/z$  53 menunjukkan adanya fragmen ion dari senyawa alkena [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa  $\beta$ -pinena ( $SI = 96\%$ ) (Lampiran 3.4). Perbedaan spektra massa senyawa ini dengan  $\alpha$ -pinena tampak dari adanya puncak dengan  $m/z$  69 yang tidak muncul di  $\alpha$ -pinena (Gambar 4.4). Pola fragmentasi  $\beta$ -pinena diduga seperti Gambar 4.8.

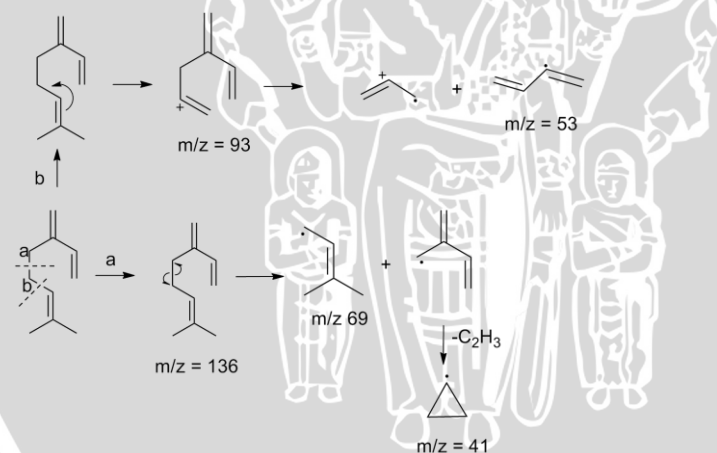


**Gambar 4.8** Pola Fragmentasi  $\beta$ -pinena.

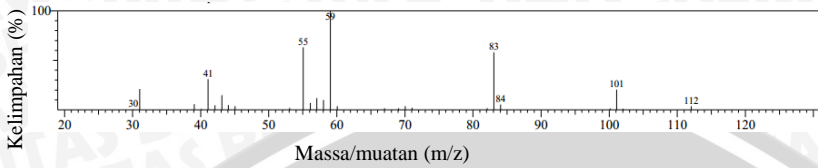


**Gambar 4.9** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 9,126 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 9,126 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 136$ , 121, 107, 93, 79, 69, 53, 41, dan 38 (Gambar 4.9). Adanya puncak dengan  $m/z$  93 menunjukkan adanya fragmen ion dari monoterpen [28]. Adanya puncak dengan  $m/z$  53 pada spektra massa menunjukkan adanya fragmen ion dari senyawa alkena sedangkan puncak dengan  $m/z$  41 menunjukkan adanya fragmen ion dari alkena asiklik [28,61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa  $\beta$ -mirsena ( $SI = 96\%$ ) (Lampiran 3.5). Pola fragmentasi  $\beta$ -mirsena diduga seperti Gambar 4.10

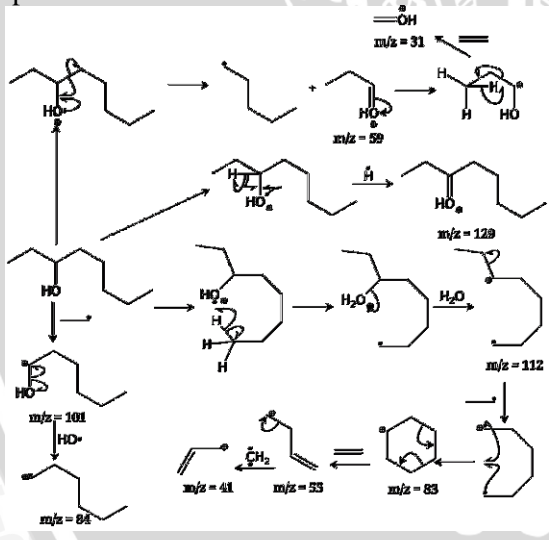


**Gambar 4.10** Pola Fragmentasi  $\beta$ -mirsena.

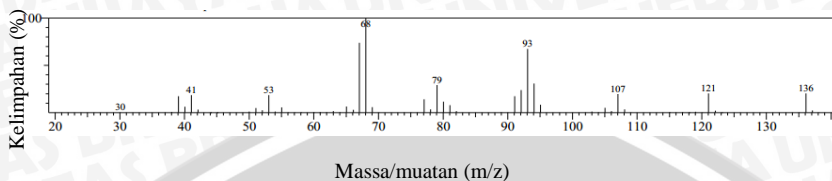


**Gambar 4.11** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 9,222 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 9,222 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 112, 101, 84, 83, 59, 55, 41,$  dan  $30$  (Gambar 4.11). Puncak dengan  $m/z 59$  pada spektra massa menunjukkan adanya fragmen ion dari alkohol sekunder [69]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa 3-oktanol ( $SI = 96\%$ ) (Lampiran 3.6). Pola fragmentasi 3-oktanol diduga seperti Gambar 4.12.

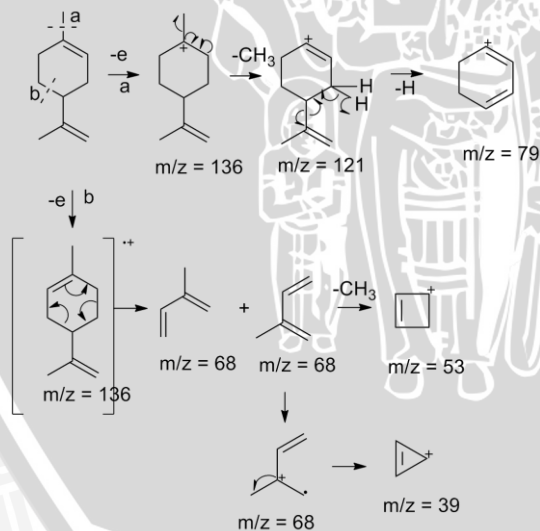


**Gambar 4.12** Pola Fragmentasi 3-oktanol.

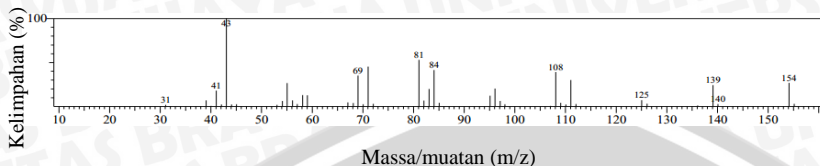


**Gambar 4.13** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 10,367 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 10,367 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 136$ , 121, 107, 93, 79, 68, 53, 41, dan 30 (Gambar 4.13). Spektra massa pada Gambar 4.13 menunjukkan adanya puncak dengan  $m/z$  93 yang merupakan fragmen ion yang spesifik untuk senyawa monoterpen, sedangkan puncak dengan  $m/z$  68 menunjukkan senyawa ini memiliki 2 ikatan rangkap [28,61]. Puncak dengan 53  $m/z$  menunjukkan adanya fragmen ion dari senyawa alkena [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa l-limonena ( $SI = 94\%$ ) (Lampiran 3.7). Pola fragmentasi l-limonena diduga seperti Gambar 4.14

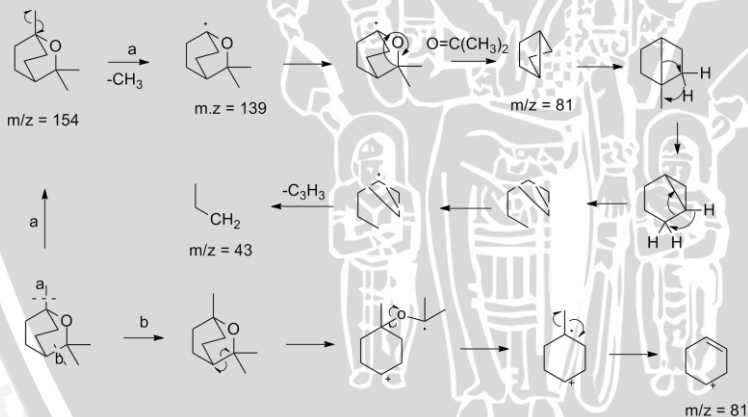


**Gambar 4.14** Pola Fragmentasi l-limonena.

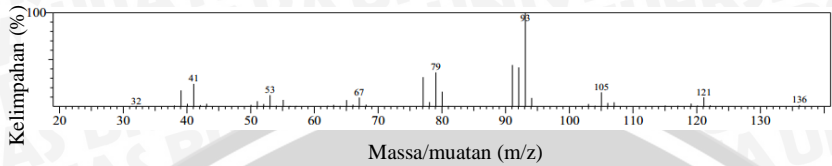


**Gambar 4.15** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 10,442 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 10,442 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 154$ , 140, 139, 125, 108, 84, 81, 69, 43, 41, dan 31 (Gambar 4.15). Puncak dengan  $m/z$  43 menunjukkan adanya fragmen ion alkil hasil pemutusan dari C-O sedangkan puncak dengan  $m/z$  menunjukkan adanya fragmen ion dari sikloheksana [28,61]. Puncak dengan  $m/z$  31 menunjukkan adanya fragmen ion yang mengandung O. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa 1,8 sineol ( $SI = 90\%$ ) (Lampiran 3.8). Pola fragmentasi 1,8 sineol diduga seperti Gambar 4.16.

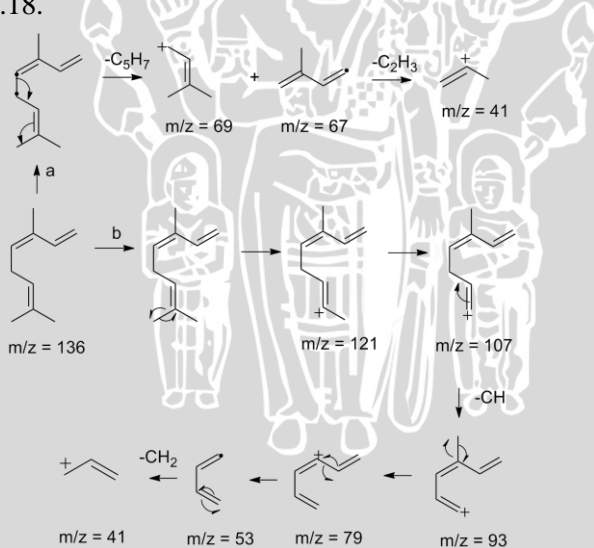


**Gambar 4.16** Pola Fragmentasi 1,8 sineol.

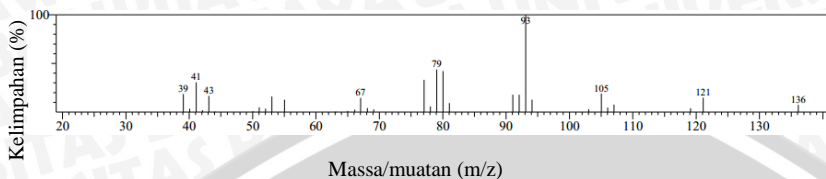


**Gambar 4.17** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 10,512 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 10,512 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 136$ , 121, 105, 93, 79, 67, 53, 41, dan 32 (Gambar 4.17). Adanya puncak dengan  $m/z$  93 menunjukkan adanya fragmen ion dari senyawa monoterpenoid. Adanya fragmen ion senyawa alkena ditunjukkan dengan adanya puncak dengan  $m/z$  53 sedangkan puncak dengan  $m/z$  41 menunjukkan adanya fragmen ion dari alkena asiklik. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa cis-osimena ( $SI = 95\%$ ) (Lampiran 3.9). Pola fragmentasi cis-osimena diduga seperti Gambar 4.18.



**Gambar 4.18** Pola Fragmentasi cis-osimena.



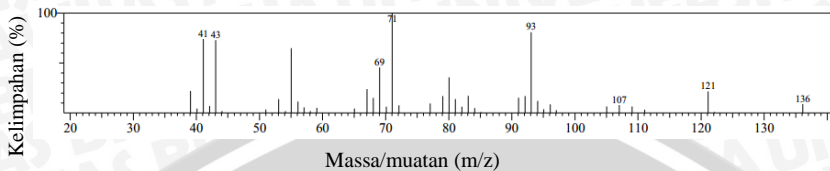
**Gambar 4.19** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 10,828 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 10,828 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 136$ , 121, 105, 93, 79, 67, 43, 41, dan 39 (Gambar 4.19). Spektra massa pada Gambar 4.19 menunjukkan adanya puncak dengan  $m/z$  93 yang merupakan fragmen ion dari monoterpen [28]. Puncak dengan  $m/z$  67 dan 53 menunjukkan adanya fragmen ion dari senyawa alkena. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa trans- $\beta$ -osimena ( $SI = 93\%$ ) (Lampiran 3.10). Pola fragmentasi trans- $\beta$ -osimena diduga seperti pada Gambar 4.20.



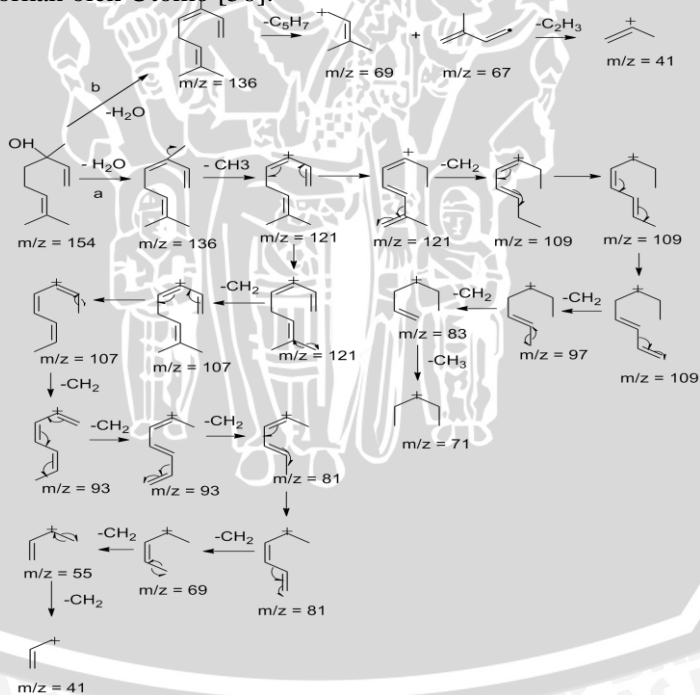
**Gambar 4.20** Pola Fragmentasi trans- $\beta$ -osimena



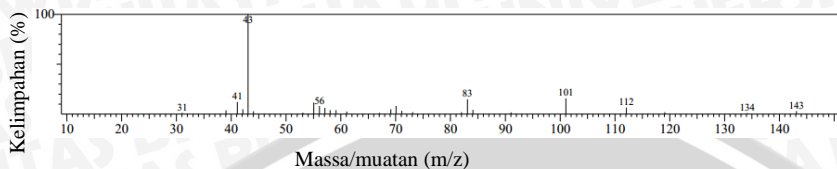


**Gambar 4.21** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 12,405 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 12,405 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 136$ , 121, 107, 93, 71, 69, 43, dan 41 (Gambar 4.21). Puncak dengan  $m/z$  71 menandakan adanya fragmen ion dari senyawa yang mengandung O sedangkan puncak pada  $m/z$  41 menunjukkan adanya fragmen ion dari alkena asiklik [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa linalool ( $SI = 97\%$ ) (Lampiran 3.11). Pola fragmentasi linalool diduga seperti Gambar 4.22. Pola fragmentasi ini pernah dilaporkan oleh Utomo [56].

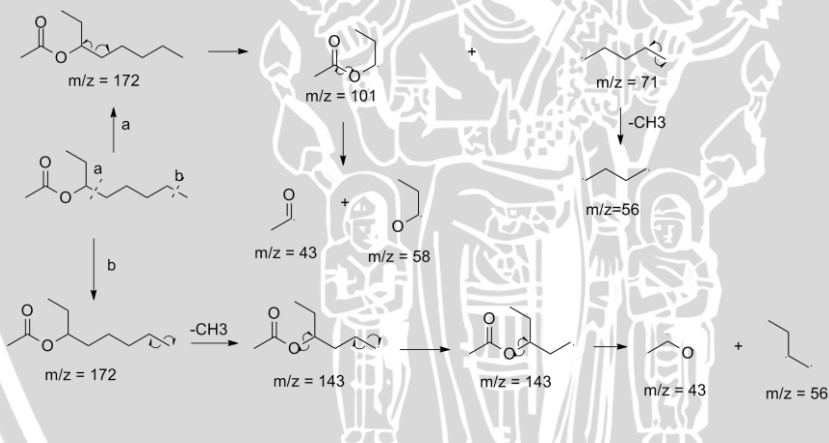


**Gambar 4.22** Pola Fragmentasi linalool.

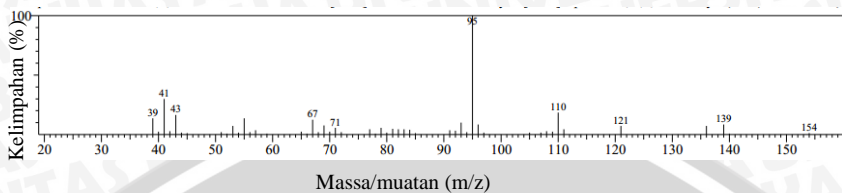


**Gambar 4.23** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 13,080 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 13,080 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 143$ , 134, 112, 101, 83, 56, 43, 41, dan 31 (Gambar 4.23). Adanya puncak dengan  $m/z$  43 menunjukkan adanya fragmen ion alkil- $\text{CO}^+$  [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa 3-oktanil asetat ( $SI = 87\%$ ) (Lampiran 3.12). Pola fragmentasi 3-oktanil asetat diduga seperti Gambar 4.24

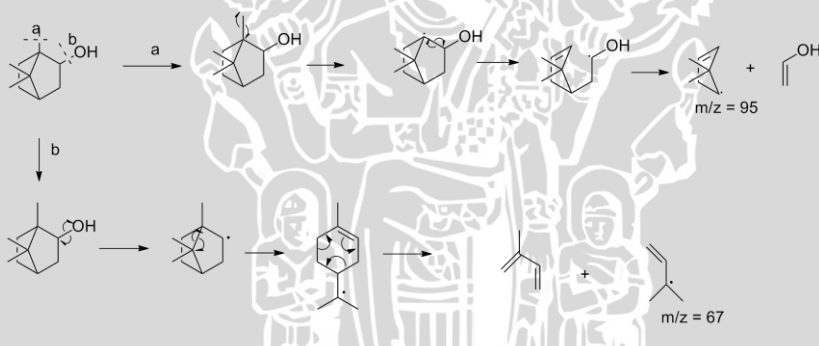


**Gambar 4.24** Pola Fragmentasi 3-oktanil asetat.

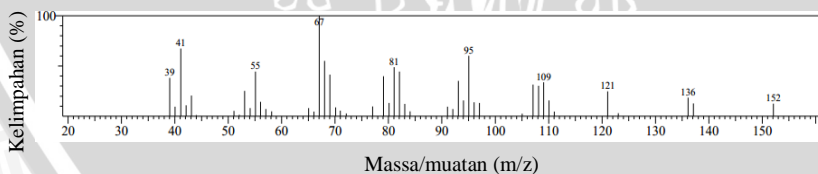


**Gambar 4.25** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 14,599 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 14,599 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 154$ , 139, 110, 95, 71, 67, 43, 41, dan 39 (Gambar 4.25). Puncak dengan  $m/z$  95 dan 71 menunjukkan adanya fragmen ion dari senyawa yang mengandung O [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa endo-borneol ( $SI = 94\%$ ) (Lampiran 3.13). Pola fragmentasi endo-borneol diduga seperti Gambar 4.26.

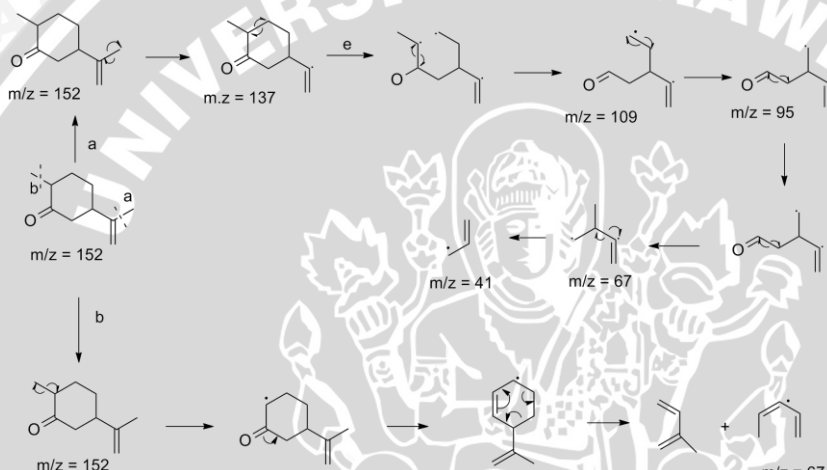


**Gambar 4.26** Pola Fragmentasi endo-borneol.

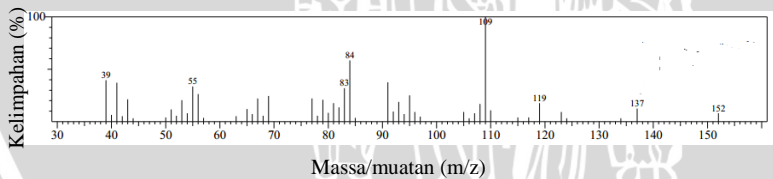


**Gambar 4.27** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 15,485 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 15,485 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 152$ , 136, 121, 109, 95, 81, 67, 55, 43, 41, dan 39 (Gambar 4.27). Adanya puncak dengan  $m/z$  55 menunjukkan adanya fragmen ion dari keton siklik. Puncak dengan  $m/z$  43 juga menunjukkan adanya pemutusan atom oksigen [28]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa trans dihidrokarvon ( $SI = 91\%$ ) (Lampiran 3.14). Pola fragmentasi trans dihidrokarvon diduga seperti Gambar 4.28.



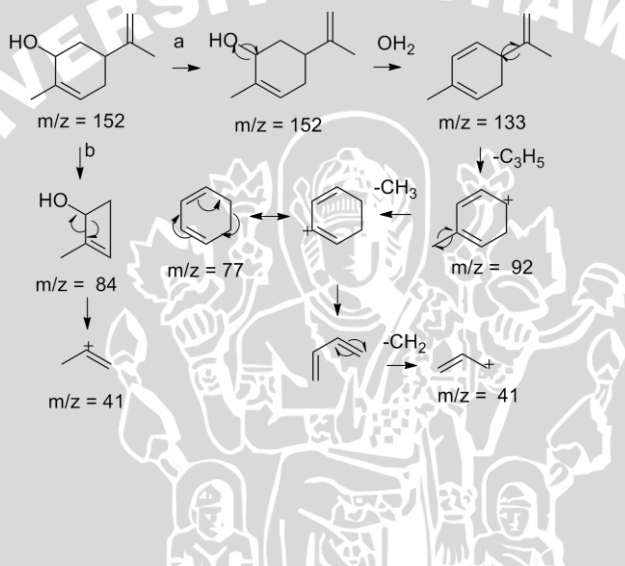
**Gambar 4.28** Pola Fragmentasi trans dihidrokarvon



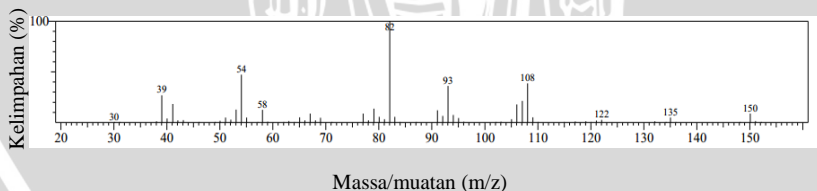
**Gambar 4.29** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 16,275 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 16,275 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 152$ , 137, 119, 109, 84, 83, 55, dan 41 (Gambar 4.29). Puncak dengan  $m/z$

41 merupakan fragmen ion dari alkena. Adanya puncak dengan  $m/z$  84 menunjukkan adanya fragmen on yang mengandung  $-OH$  dan puncak dengan  $m/z$  33 menunjukkan telah terjadi pemutusan atom  $-OH$  dan H [28]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa trans-karveol ( $SI = 94\%$ ) (Lampiran 3.15). Pola fragmentasi trans-karveol diduga seperti Gambar 4.30.

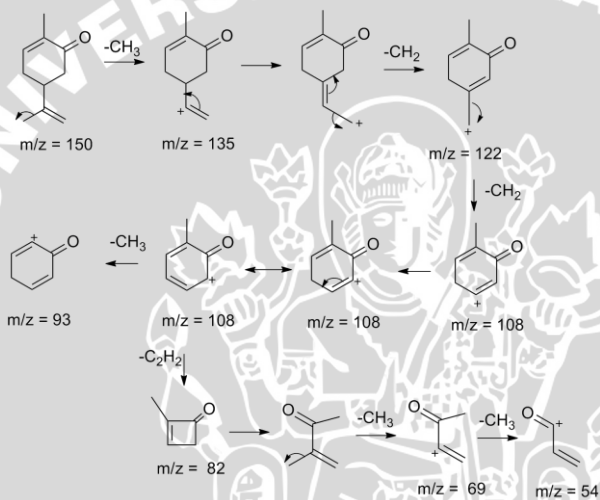


**Gambar 4.29** Pola Fragmentasi trans-karveol.

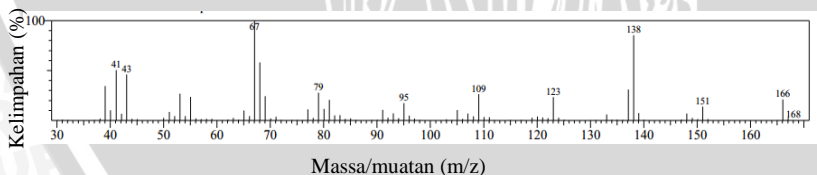


**Gambar 4.30** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 17,142 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 17,142 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 150$ , 135, 122, 108, 93, 82, 58, 54, 39, dan 30 (Gambar 4.31). Puncak dengan  $m/z$  93 merupakan puncak yang khas untuk fragmen ion dari senyawa monoterpen. Adanya puncak dengan  $m/z$  55 menunjukkan adanya fragmen ion dari keton siklik [28]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa karvon ( $SI = 90\%$ ) (Lampiran 3.16). Pola fragmentasi karvon diduga seperti Gambar 4.32.

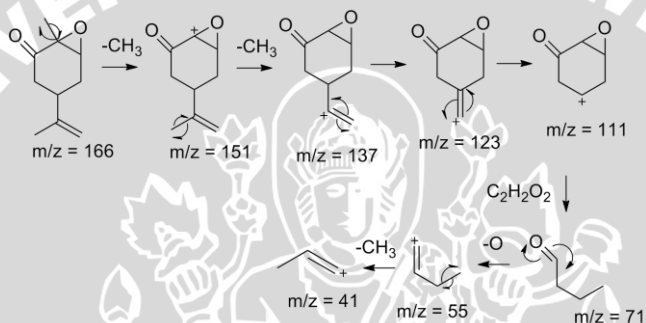


**Gambar 4.32** Pola Fragmentasi karvon.

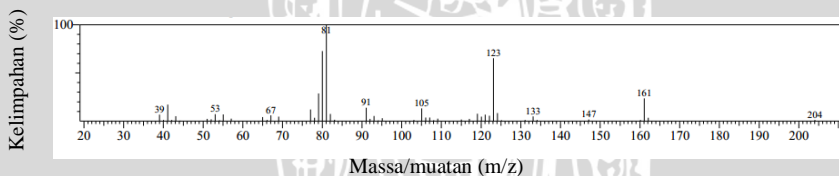


**Gambar 4.33** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 20,551 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 20,551 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 166$ , 166, 151, 138, 123, 109, 95, 79, 67, 53, 43, dan 41 (Gambar 4.33). 95 menunjukkan adanya fragmen ion yang mengandung O sedangkan puncak dengan  $m/z 67$  menunjukkan adanya fragmen ion alkena [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa piperitenon oksida ( $SI = 84\%$ ) (Lampiran 3.17). Pola fragmentasi piperitenon oksida diduga seperti Gambar 4.34.



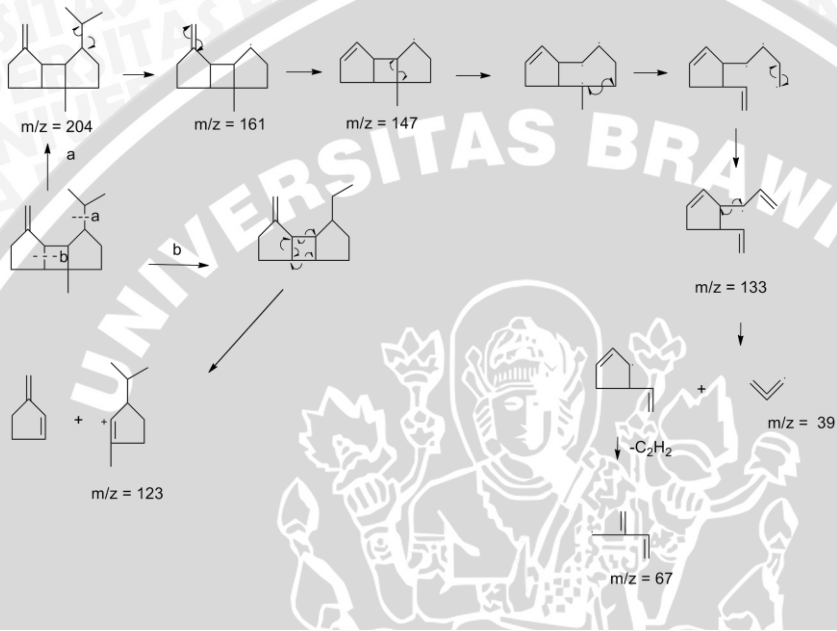
**Gambar 4.34** Pola Fragmentasi piperitenon oksida.



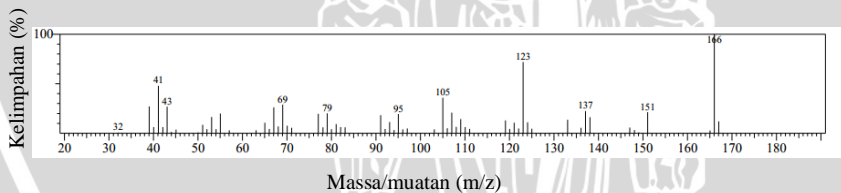
**Gambar 4.35** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 21,087 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 21,087 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 204$ , 161, 147, 133, 123, 105, 91, 81, 67, 53, dan 39 (Gambar 4.35). Puncak dengan  $m/z 67$  merupakan fragmen ion dari alkena [61]. Berdasarkan

pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa  $\beta$ -borbonena ( $SI = 98\%$ ) (Lampiran 3.18). Pola fragmentasi  $\beta$ -borbonena diduga seperti Gambar 4.36.



**Gambar 4.36** Pola Fragmentasi  $\beta$ -borbonena.

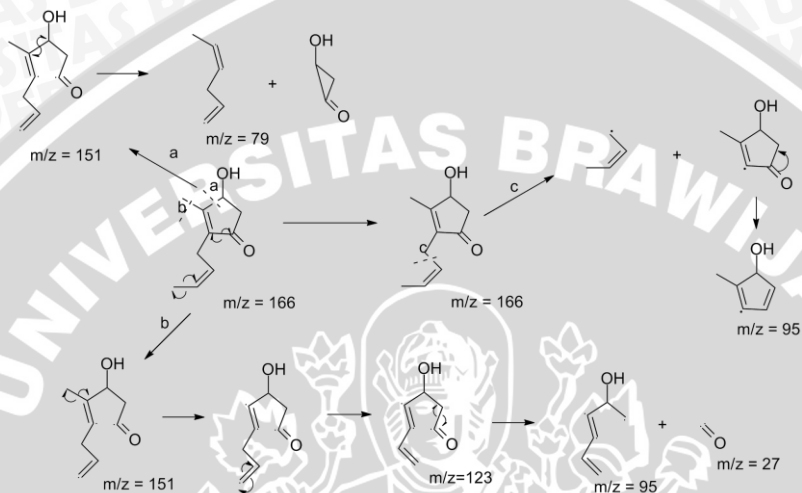


**Gambar 4.37** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 21,478 menit

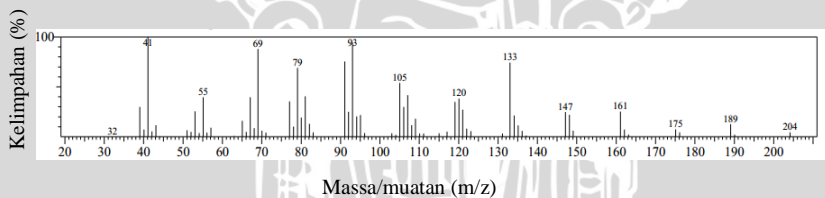
Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 21,478 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 166$ , 151, 137, 123, 105, 95, 79, 69, 43, 41, dan 32 (Gambar 4.37). Adanya puncak dengan  $m/z = 95$  menunjukkan adanya sfragmen ion yang



mengandung O [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa cis-sinerolon ( $SI = 83\%$ ) (Lampiran 3.19). Pola fragmentasi cis-sinerolon diduga seperti Gambar 4.38.



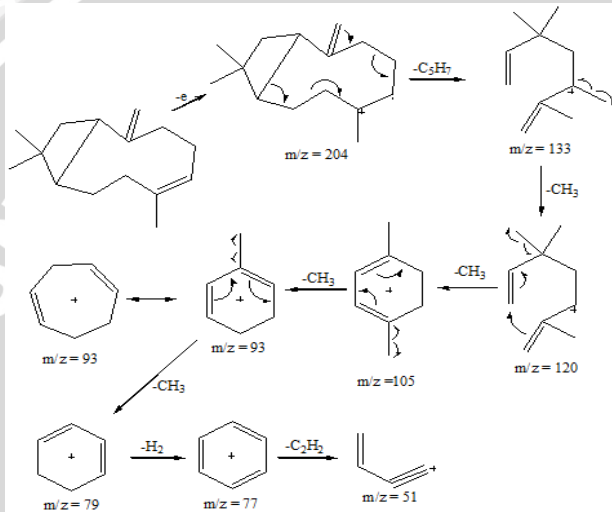
**Gambar 4.38** Pola Fragmentasi cis-sinerolon.



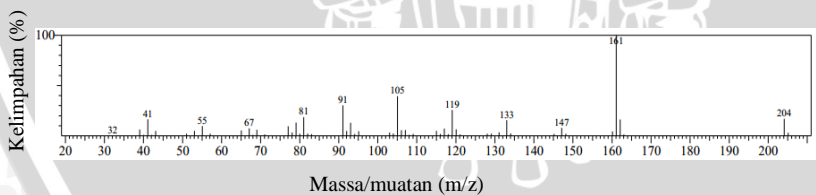
**Gambar 4.39** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 22,064 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 22,064 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 204$ , 189, 175, 161, 147, 133, 120, 105, 93, 79, 69, 55, 41, dan 32 (Gambar 4.39). Puncak dengan  $m/z = 69$  menunjukkan adanya fragmen ion dari alkena sedangkan  $m/z = 41$  menunjukkan adanya fragmen ion dari alkena

asklik [28,61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa trans-kariofilena ( $SI = 96\%$ ) (Lampiran 3.20). Pola fragmentasi trans-kariofilena diduga seperti Gambar 4.40. Pola fragmentasi ini pernah dilaporkan oleh Palupi [57]



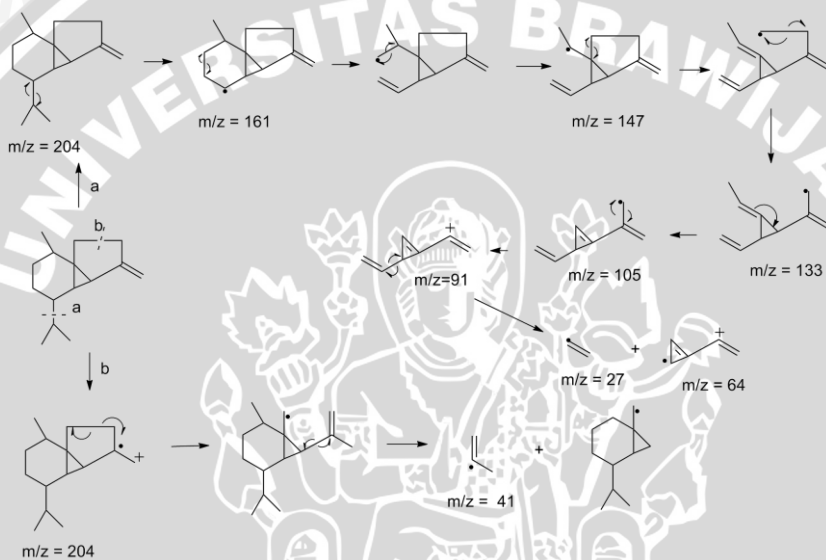
**Gambar 4.40** Pola Fragmentasi Yang Diduga trans-kariofilena.



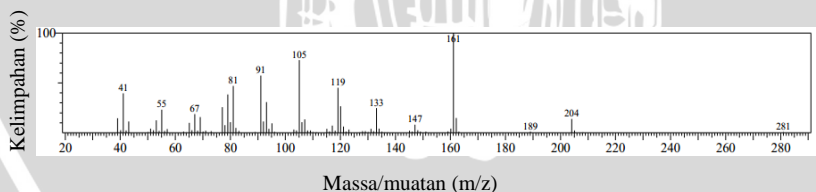
**Gambar 4.41** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 23,199 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 23,199 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 204$ ,

161, 147, 133, 119, 105, 91, 81, 67, 55, 41, dan 29 (Gambar 4.41). Puncak  $m/z$  67 menunjukkan adanya fragmen ion dari alkena [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa  $\beta$ -kubebena (SI = 94%) (Lampiran 3.21). Pola fragmentasi  $\beta$ -kubebena diduga seperti Gambar 4.42.



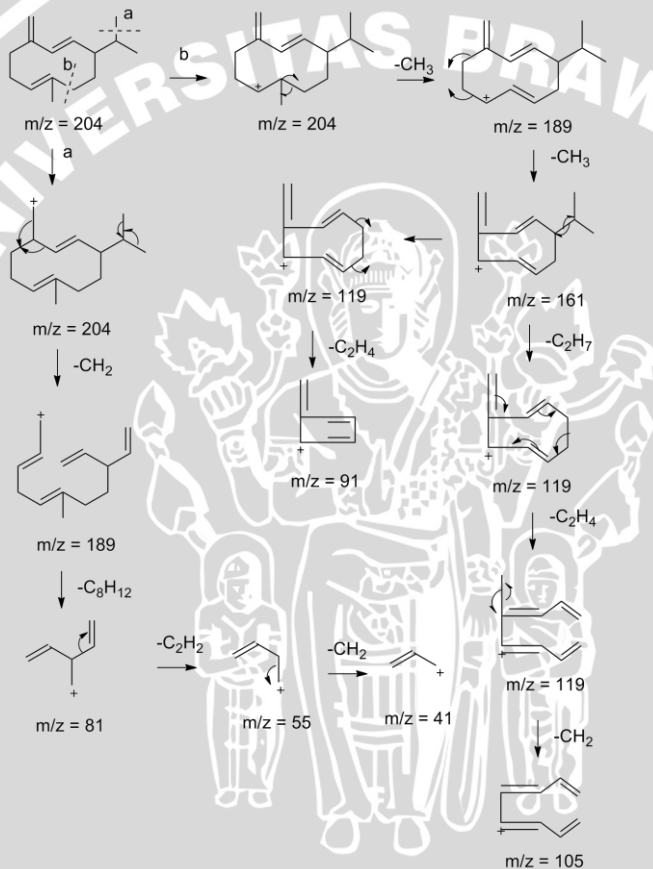
**Gambar 4.42** Pola Fragmentasi  $\beta$ -kubebena.



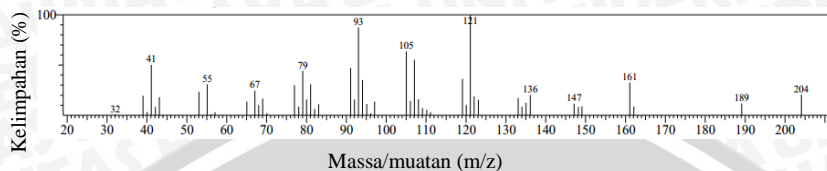
**Gambar 4.43** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 23,697 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 23,697 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 281$ , 43

204, 189, 161, 147, 133, 119, 105, 91, 81, 67, 55, dan 41 (Gambar 4.43). Puncak dengan  $m/z$  67 menunjukkan fragmen ion dari alkena [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa germakrena D ( $SI = 96\%$ ) (Lampiran 3.22). Pola fragmentasi germakrena D diduga seperti Gambar 4.44. Pola fragmentasi ini pernah dilaporkan oleh Utomo [56].

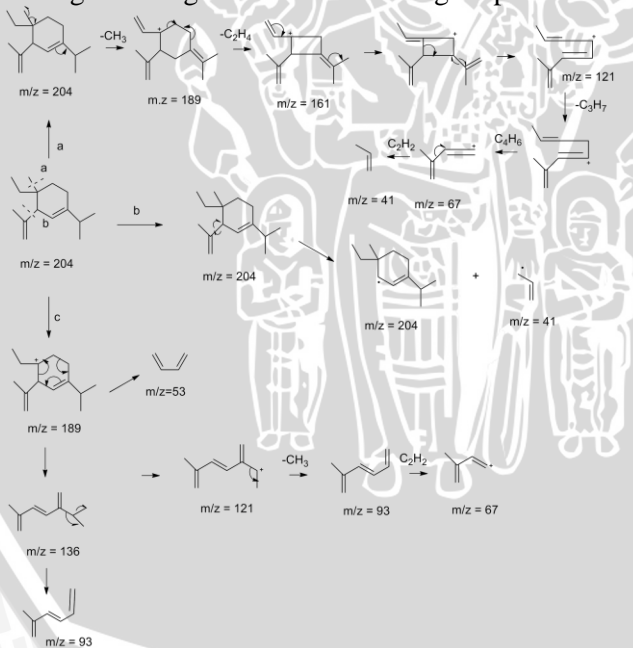


**Gambar 4.44** Pola Fragmentasi germakrena D.

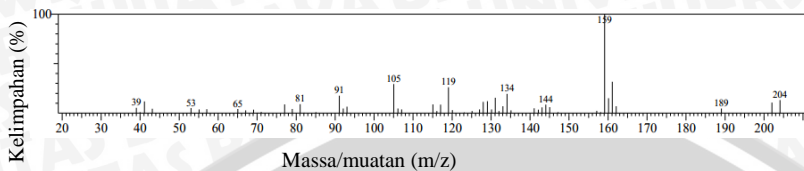


**Gambar 4.45** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 24,093 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 24,093 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 204$ , 189, 161, 147, 136, 121, 105, 93, 79, 67, 55, 41, dan 32 (Gambar 4.45). Puncak dengan  $m/z$  93 merupakan fragmen ion dari monoterpen sementara puncak dengan  $m/z$  67 menunjukkan adanya fragmen ion dari alkena [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa Gamma elemena ( $SI = 90\%$ ) (Lampiran 3.23). Pola fragmentasi gamma elemena diduga seperti Gambar 4.46.

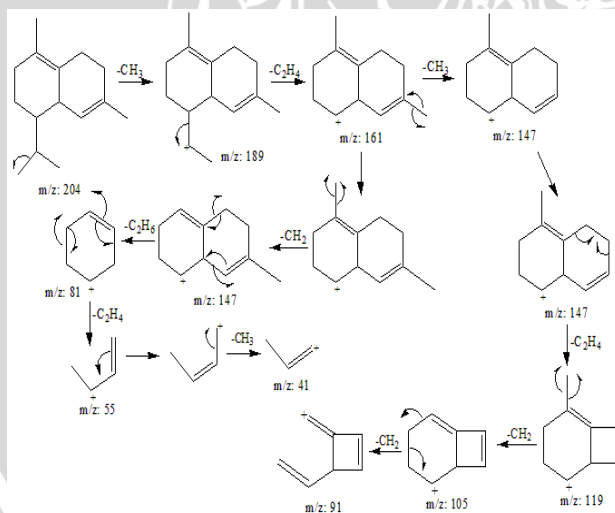


**Gambar 4.46** Pola Fragmentasi gamma elemena.

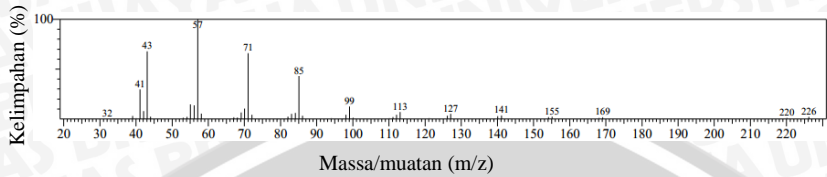


**Gambar 4.47** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 24,704 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 24,704 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 204$ , 189, 159, 144, 134, 119, 105, 91, 81, 65, 53, dan 39 (Gambar 4.47). Puncak dengan  $m/z$  81 menunjukkan adanya fragmen ion dari alkena siklik [61]. Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa  $\delta$ -kadinena ( $SI = 75\%$ ) (Lampiran 3.24). Pola fragmentasi  $\delta$ -kadinena diduga seperti Gambar 4.48. Pola fragmentasi ini pernah dilaporkan oleh Utomo [56].



**Gambar 4.48** Pola Fragmentasi  $\delta$ -kadinena.

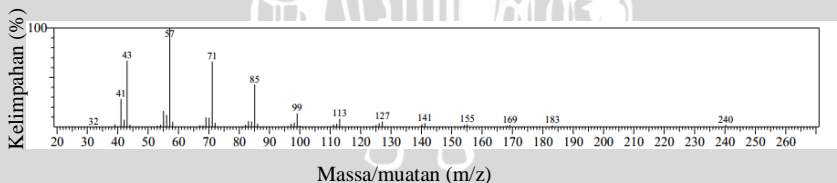


**Gambar 4.49** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 26,279 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 26,279 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 226$ , 220, 169, 155, 141, 127, 113, 99, 85, 71, 57, 43, 41, dan 32 (Gambar 4.49). Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa pentadekana ( $SI = 97\%$ ) (Lampiran 3.25). Pola fragmentasi pentadekana diduga seperti Gambar 4.50.



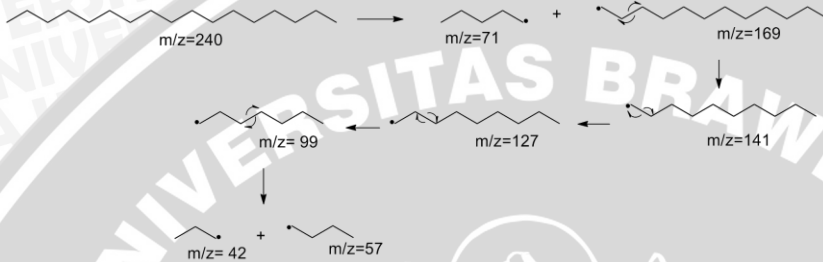
**Gambar 4.50** Pola Fragmentasi pentadekana.



**Gambar 4.51** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 28,653 menit

Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 28,653 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 240$ , 47

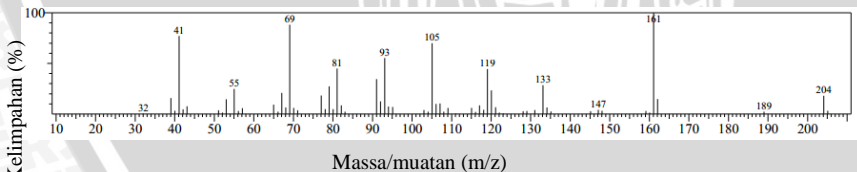
183, 169, 155, 141, 127, 113, 99, 85, 71, 57, 43, 41, dan 32 (Gambar 4.51). Berdasarkan pustaka WILEY7.LIB menunjukkan bahwa senyawa tersebut mempunyai kemiripan dengan pola fragmentasi senyawa heptadekana ( $SI = 96\%$ ) (Lampiran 3.26). Pada puncak dengan  $m/z$  240 terjadi pemutusan  $C_4H_9$ , menghasilkan  $m/z$  169. Pola fragmentasi heptadekana diduga seperti Gambar 4.52.



**Gambar 4.52** Pola Fragmentasi heptadekana.

TIC minyak mint hasil distilasi uap-air selama 4 jam menghasilkan 26 puncak dan ada 25 komponen senyawa yang dapat teridentifikasi. Senyawa pada puncak dengan waktu retensi 22,727 dan 23,697 menit (Lampiran 3.1) teridentifikasi sebagai senyawa yang sama yakni germekrena D berdasarkan pustaka WILEY7.LIB. Senyawa pada puncak dengan waktu retensi 23,697 menit memiliki nilai  $SI$  (*Similarity Index*) ( data  $SI$  disajikan pada Lampiran 3.1 ) sebagai germekrena D yang lebih besar dari senyawa dengan waktu retensi 22,727 menit sehingga senyawa dengan waktu retensi 23,697 menit adalah senyawa germekrena D.

Senyawa dengan waktu retensi 22,727 menit memiliki spektrum massa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.53.



**Gambar 4.53** Spektrum Massa Komponen Penyusun Minyak Mint Hasil Distilasi Dengan Waktu Retensi 22,727 menit



Spektrum massa minyak mint hasil distilasi uap-air dengan waktu retensi 22,727 menit menunjukkan adanya puncak  $m/z = 204, 189, 161, 147, 153, 119, 105, 93, 81, 69, 55, 41,$  dan 32 (Gambar 4.53). Spkterum massa pada Gambar 4.3 menunjukkan adanya puncak khas pada  $m/z 93$  yang merupakan puncak khas dari senyawa monoterpen [28] Puncak dengan  $m/z 69$  menunjukkan adanya fragmen ion dari senyawa alkena yang mengalami r-DA [28,61]. Senyawa ini diduga berasal dari golongan monoterpen dan memiliki fragmen ion alkena.

Komponen minyak mint hasil distilasi uap-air beserta tekanan uapnya ditunjukkan pada Tabel 4.3. Senyawa yang memiliki tekanan uap yang tinggi akan lebih volatil dibandingkan dengan senyawa yang memiliki tekanan uap yang lebih rendah. Tidak hanya itu, senyawa penyusun minyak mint yang memiliki konstanta dielektrik yang lebih besar daripada senyawa penyusun yang lain akan lebih bersifat polar sehingga waktu retensinya lebih cepat. Salah satu senyawa penyusun minyak mint yakni karvon memiliki nilai konstanta dielektrik sebesar 11 dengan waktu retensi sebesar 17,142 menit. Senyawa penyusun minyak mint lainnya yakni karveol memiliki nilai konstanta dielektrik sebesar 11,2 dengan waktu retensi sebesar 16,275 menit. Jika dibandingkan nilai konstanta dielektrik karvon dan karveol, maka karveol lebih polar dibandingkan karvon sehingga karveol memiliki waktu retensi yang lebih cepat [62].

**Tabel 4.3** Komponen Minyak Mint Hasil Distilasi Uap-air

No	Senyawa	% Area	Tekanan Uap (mmHg pada 25 °C) [59,60]
1	$\alpha$ -pinena	0,79	3,95
2	Sabinena	0,72	2,63
3	$\beta$ -pinena	1,07	2,93
4	$\beta$ -mirsena	2,05	2,80
5	3-oktanol	0,48	0,51
6	l-limonena	14,12	1,98
7	1,8 sineol	1,32	1,90
8	cis-osimena	1,81	3,95
9	trans- $\beta$ -osimena	0,39	1,559
10	Linalol	0,48	0,17
11	3-oktamil asetat	0,33	0,53
12	endo-borneol	0,37	33,5

( Lanjutan Tabel 4.3)

No	Senyawa	% Area	Tekanan Uap (mmHg pada 25 °C) [59,60]
13	dihidrokarvon	0,90	0,06
14	trans-karveol	0,69	0,01
15	karvon	52,46	0,700
16	piperitenon oksida	11,73	0,016
17	$\beta$ -borbonena	0,95	0,025
18	cis-sinerolon	0,63	1,000
19	trans-kariofilena	1,58	0,008
20	$\beta$ -kubebena	0,72	0,014
21	germakrena D	3,28	0,007
22	gamma elemena	0,29	0,0225
23	$\delta$ -kadinena	0,41	4,770
24	pentadekana	0,69	1,000
25	heptadekana	0,80	1,000

Kandungan dan kelimpahan minyak mint yang diperoleh berbeda dengan penelitian Yustisia [8], karena perbedaan perlakuan pada sampel daun mint dan jenis kolom KG-SM yang digunakan. Senyawa utama penyusun minyak mint yakni mentol [2] tidak teridentifikasi oleh KG-SM pada minyak mint hasil distilasi uap-air. Yustisia [8] dalam penelitiannya melaporkan bahwa minyak mint hasil dari distilasi uap-air dari daun *mentha arvensis* juga tidak adanya senyawa mentol. Vivek dan Sastrohamidjojo [63,2] melaporkan, daerah tumbuhnya sampel dan umur daun mint menjadi faktor yang mempengaruhi persentase dan keberadaan senyawa penyusun minyak mint.

#### 4.3 Uji Aktivitas Fumigan Minyak Mint Terhadap *T.molitor*

Uji aktivitas insektisida dilakukan dengan metode uji fumigasi terhadap *T.molitor* untuk mengetahui tingkat toksisitas minyak mint. Uji fumigan ini dilakukan dengan berdasarkan metode uji fumigan yang telah dilakukan oleh Lee [16], Calmasur [50] dan Safavi [65].

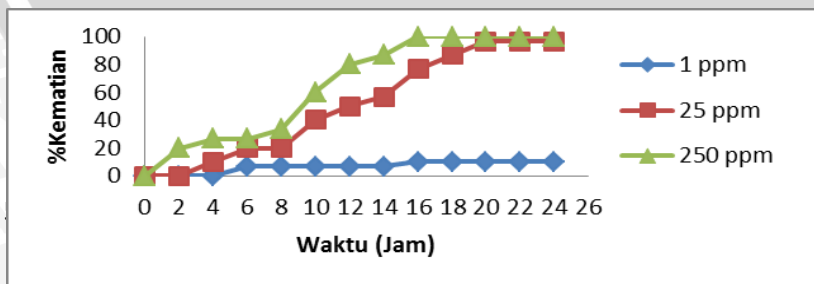
Pada penelitian ini, sebelum menentukan variasi konsentrasi yang akan digunakan, terlebih dahulu dilakukan penentuan  $LT_{50}$  pada variasi konsentrasi 1, 25, dan 250 ppm (V/V) (perhitungan ditunjukkan dalam 4.7). Penentuan  $LT_{50}$  dilakukan dengan uji fumigasi selama 24 jam dengan pengamatan setiap 2 jam sekali disertai pengamatan juga

terhadap kontrol yang hanya berisi serangga tanpa minyak mint. Penentuan  $LT_{50}$  ini dilakukan untuk mengetahui waktu optimum di mana zat menyebabkan kematian 50%.

Serangga *T.molitor* yang digunakan pada uji fumigasi ini di preparasi dengan tidak diberi makan selama 12 jam seperti yang dilakukan oleh Calmasur [64]. Pengujian dilakukan dengan 3 kali pengulangan pada masing-masing minyak mint dan kontrol. Jumlah serangga yang mati dari hasil pengamatan selama 24 jam digunakan untuk menentukan nilai  $LT_{50}$ . Nilai  $LT_{50}$  dapat digunakan untuk menentukan waktu optimum aktivitas insektisida minyak mint yang diujikan. Data hasil uji fumigasi untuk menentukan  $LT_{50}$  pada kontrol dan konsentrasi 1, 25, dan 250 ppm dapat dilihat pada Tabel 4.4, 4.5, 4.6 dan 4.7 (Lampiran 4).

Nilai  $LT_{50}$  dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan garis regresi  $y = ax+b$  yang diperoleh dari grafik hubungan %kematian dengan waktu pemaparan minyak mint. Grafik dibuat dengan waktu pemaparan sebagai sumbu x terhadap %kematian sebagai sumbu Y. Uji F dari data hasil percobaan pada Tabel 4.2, 4.3, dan 4.4 juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu pemaparan minyak mint terhadap kematian serangga [52].

Data hasil uji pada Tabel 4.5, 4.6, dan 4.7 (Lampiran 4.2) dapat dibuat grafik yang terdapat pada Gambar 4.54. Grafik pada Gambar 4.53 menunjukkan bahwa minyak mint 1 ppm selama 24 jam waktu pemaparan hanya dapat memematikan 10% serangga *T.molitor*, sementara minyak mint 25 ppm memematikan 96,6% dan 250 ppm dapat mematikan 100% *T.molitor*. Minyak mint konsentrasi 1 ppm memiliki nilai  $LT_{50}$  sebesar  $107,19 \pm 1,79$  jam, 25 ppm sebesar  $12,02 \pm 6,73$  jam dan pada konsentrasi 250 ppm menunjukkan nilai  $LT_{50}$  sebesar  $8,93 \pm 12,21$  jam (perhitungan nilai  $LT_{50}$  dan *standart error* masing-masing konsentrasi ditunjukkan dalam Lampiran 4.8). Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi minyak mint maka semakin cepat waktu untuk dapat mematikan 50% serangga *T.molitor*.



**Gambar 4.54** Grafik Hubungan %Kematian Serangga *T.molitor* dan Waktu Pemaparan pada Minyak Mint Hasil Distilasi Uap-Air

Berdasarkan hasil uji F untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu pemaparan minyak mint diperoleh nilai  $F_{hitung}$  variasi konsentrasi sebesar 11,13 dengan  $F_{Tabel}$  sebesar 2,84, dan  $F_{hitung}$  variasi waktu pemaparan sebesar 2,30 dengan  $F_{Tabel}$  sebesar 2,08 pada  $\alpha = 5\%$  (perhitungan ditunjukkan pada Lampiran 4.12) sehingga  $F_{hitung} > F_{Tabel}$ . Hasil ini menunjukkan variasi konsentrasi dan waktu pemaparan minyak mint memberikan pengaruh yang nyata terhadap kematian serangga tergantung dari besarnya konsentrasi dan lamanya waktu pemaparan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan lama waktu pemaparan, maka semakin tinggi angka kematian serangga. Hasil uji pendahuluan untuk menentukan nilai  $LT_{50}$  menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi minyak mint maka akan semakin cepat pula serangga *T.molitor* yang mati.

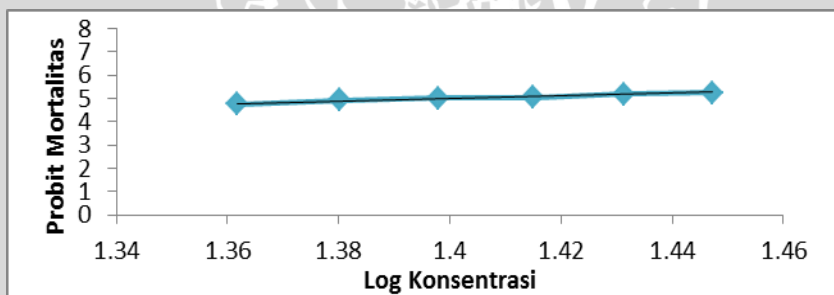
Penggunaan minyak mint untuk insektisida dengan konsentrasi yang besar kurang efisien jika diterapkan meskipun memiliki nilai  $LT_{50}$  yang kecil karena menggunakan banyak minyak mint. Pada uji toksisitas untuk menentukan nilai  $LC_{50}$  akan digunakan variasi konsentrasi yang lebih kecil yakni sebesar 23,24,25,26,27, dan 28 ppm (perhitungan ditunjukkan dalam 4.7) selama 12 jam sesuai dengan waktu optimum yang diperoleh pada uji pendahuluan. Metode uji toksisitas untuk menentukan nilai  $LC_{50}$  dilakukan dengan menggunakan metode yang sama dengan metode penentuan  $LT_{50}$  yakni dengan uji toksisitas fumigan. Pada uji fumigant penentuan  $LC_{50}$  ini, waktu pemaparan dibuat seragam yakni 12 jam dan hanya konsentrasi minyak mint yang divariasikan. Uji F dari data hasil percobaan juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan terhadap %kematian serangga [52].

Nilai  $LC_{50}$  ditentukan dengan menggunakan analisis probit seperti yang telah dilakukan oleh Lee [16]. Persen mortalitas yang didapatkan dari hasil uji akan dikonversi ke bilangan probit [53] (Tabel konversi bilangan probit ditunjukkan pada Lampiran 4.6), sementara konsentrasi akan diubah ke dalam bentuk logaritmik. Grafik dibuat

dengan log konsentrasi sebagai sumbu X terhadap probit mortalitas sebagai sumbu Y. Nilai  $LC_{50}$  diperoleh dari persamaan garis regresi yang didapatkan dari grafik hubungan konsentrasi dan probit mortalitas. Taraf kepercayaan dihitung dengan menggunakan program minitab 16 (Lampiran 4.14). Data hasil uji fumigant penentuan  $LC_{50}$  dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Hasil uji F untuk mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap kematian serangga adalah diperolehnya nilai  $F_{hitung}$  sebesar 0,52 dengan  $F_{Tabel}$  sebesar 2,77  $\alpha = 5\%$  (perhitungan ditunjukkan pada Lampiran 4.13 sehingga  $F_{hitung} < F_{Tabel}$ . Hasil ini menunjukkan bahwa antara konsentrasi 23,24,25,26,27 dan 28 ppm memberikan pengaruh yang berbeda satu sama lain tetapi tidak signifikan terhadap kematian serangga.

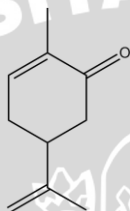
Berdasarkan Tabel 4.8 (Lampiran 4.5) dapat dibuat grafik hubungan nilai probit mortalitas dan log konsentrasi. Nilai  $LC_{50}$  yang diperoleh dari hasil persamaan grafik ialah sebesar  $25,18 \pm 0,0168$  ppm (log 1,401) (perhitungan ditunjukkan dalam Lampiran 4.11). Nilai  $LC_{50}$  sebesar 25,18 ppm termasuk dalam golongan insektisida dengan tingkat toksisitas tinggi [39]. Nilai  $LC_{50}$  sebesar 25,18 berada pada taraf kepercayaan 95% yakni diantara 23,31- 27,14 ppm (Lampiran 4.14). Nilai  $LC_{50}$  ini dapat digunakan dan diterima karena berada pada nilai dengan taraf kepercayaan 95% dari nilai sebenarnya.



**Gambar 4.55** Grafik Hubungan Probit Mortalitas Serangga *T.molitor* dan Log Konsentrasi Minyak Mint Hasil Distilasi Uap-Air

Senyawa-senyawa monoterpenoid memiliki potensi sebagai fumigan dalam minyak atsiri. Senyawa-senyawa monoterpenoid yang

memiliki gugus keton, diduga memiliki aktivitas sebagai senyawa fumigan [15]. Tripathi [54] melaporkan bahwa karvon memiliki aktivitas sebagai fumigan. Menurut Miyazawa [17,18], senyawa yang memiliki kerangka *p*-mentan dan adanya  $\alpha,\beta$  keton tak jenuh berpotensi menjadi inhibitor AChE. Komponen senyawa penyusun minyak mint hasil distilasi uap-air yang memiliki kerangka *p*-mentan dan memiliki gugus  $\alpha,\beta$  keton tak jenuh adalah karvon. Berdasarkan pendekatan SAR, senyawa karvon memiliki aktivitas sebagai inhibitor AChE.



**Gambar 4.56.** Struktur Senyawa karvon

Aktivitas minyak mint sebagai fumigan juga disebabkan karena adanya kontribusi dari senyawa  $\alpha$ -pinena,  $\beta$ -pinena, limonena dan linalol. Lee [16] melaporkan bahwa senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas sebagai fumigan dengan nilai  $LC_{50}$  untuk  $\alpha$ -pinena sebesar 54,9  $\mu\text{L/L}$ ,  $\beta$ -pinena sebesar 78,9  $\mu\text{L/L}$ , limonena sebesar 61,5  $\mu\text{L/L}$  dan linalol sebesar 39,2  $\mu\text{L/L}$ . Senyawa – senyawa monoterpen tersebut mudah menguap dan menyerang sistem syaraf pada tubuh serangga, khususnya enzim asetilkolinesterase. Apabila aktivitas asetilkolinesterase dihambat maka kerja syaraf akan terganggu yang menyebabkan serangga akan kejang dan lemas.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil isolasi minyak mint dengan distilasi uap-air menghasilkan minyak berwarna kuning, beraroma daun mint segar dengan rendemen 0,06% , mempunyai indeks bias 1,463 (20 °C) dan massa jenis 1,126 g/mL (25 °C). Analisis minyak mint hasil distilasi uap-air dengan KG-SM menunjukkan adanya 26 komponen, dengan 3 komponen utama yaitu karvon (52,46 %), limonena (14,12%), dan piperitenon oksida (11,73)
2. Minyak mint menunjukkan aktivitas dengan nilai  $LC_{50}$  sebesar 25,18 ppm dan termasuk dalam golongan insektisida dengan toksistas tinggi. Minyak mint mempunyai nilai  $LT_{50}$  sebesar 107,9 jam (1 ppm), 12,02 jam (25 ppm) dan 8,93 jam (250 ppm).
3. Pendekatan SAR menunjukkan bahwa senyawa yang berkontribusi sebagai fumigan pada minyak mint adalah karvon,  $\alpha$ -pinena,  $\beta$ -pinena, 1- limonena dan linalol.

#### 4.2 Saran

Perlu dilakukan isolasi dan uji aktivitas terhadap komponen minyak mint yang diduga berkontribusi sebagai fumigan terhadap *T.molitor*.

## Daftar Pustaka

- [1] Pribadi, Eka Rini, 2010, **Peluang Pemenuhan Kebutuhan Produk Mentha Spp. di Indonesia**, Perspektif Vol. 9 No. 2, Hlm 66 – 77.
- [2] Sastrohamidjojo, H., 2002, **Kimia Minyak Atsiri**, FMIPA UGM, Yogyakarta.
- [3] Hadipoentyanti, E., Amalia, Nursalam, Sri S., 2009, **Adaptasi Empat Nomor Harapan Mentha (*Mentha arvensis* L.) di KP Cicurug**, Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia Vol.2 No.1/Agustus 2009, Hlm 1-8.
- [4] Verma, R.S., L.Rahman, R.K. Verma, A. Cauhan, A.K. Yadav, and A.Sing, **Essential Oil Composition of Menthol Mint (*Mentha arvensis*) and Peppermint (*Mentha piperita*) Cultivars at Different Stages of Plant Growth from Kumaon Region of Western Himalaya**, Open Access Journal of Medicinal and Aromatic Plants Vol. 1(1). Hlm 13-18 .
- [5] Yustisia, Anissa, 2007, **Isolasi dan Identifikasi Komponen Minyak Atsiri Mint dari *Mentha arvensis* var. *Javanica***, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Malang.
- [6] Kumar, K.Satish, 2010, **Extraction Of Essential Oil Using Steam Distillation**, Thesis, Departement of Chemical Engineering, Institute of Technology.
- [7] Rourkela Masada, Y., 1980, **Analysis of Essential oils by Gas Chromatography and Mass Spectrometri**, John Wiley & Sons, New York .
- [8] TNAU Agritech Portal, 2012, **Extraction Methods of Natural Essential Oils**, <http://agritech.tnau.ac.in>, diakses tanggal 3 Maret 2013.
- [9] Mickiene, Ruta, Ona R., Bronius B., 2011, **Antimicrobial activity of *Mentha arvensis* L. and *Zingiber officinale* R. Essential Oils**, Biologija Vol. 57 No. 2, hlm. 92–97.



- [10] Malik, F. Shahzad H., Alia S., Ghazala P., Amina W., Shazia S., Rafique A.C., Rashid M., Humayun R., Muhammad Ismail, and Fahadiya Y. R., 2012, **Phytochemical Analysis, Anti allergic and Anti inflammatory Activity of *Mentha arvensis* in Animals**, African Journal of Pharmacy and Pharmacology Vol. 6(9), hlm. 613-619 .
- [11] Research Institute For Fragrance Materials (RIFM) dan Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1975, **Monograph : Mentha Arvensis Oil**, [http:// legacy.library.ucsf.edu/documentStore/u/g/y/ugy20d00 /Sugy20d00.pdf](http://legacy.library.ucsf.edu/documentStore/u/g/y/ugy20d00/Sugy20d00.pdf), diakses tanggal 7 April 2013.
- [12] Padalia, R. C., R. S. Verma, A. Chauhan, V. Sundaresan, dan C. S. Chanotiya, 2013, **Essential Oil Composition of Sixteen Elite Cultivars of *Mentha* from Western Himalayan Region, India**, International Journal Scientific Technology, vol. 7, hlm. 83–93.
- [13] Listiani, Lenny, 2008, **Pengaruh Pola Perkawinan Poliandri Kumbang Ulat Tepung (*Tenebrio molitor* L.) Terhadap Jumlah Larva dan Jumlah Kumbang Anaknya**, Skripsi, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [14] Korlina, Eli, 2006, **Pengelolaan Hama dan Penyakit Bawang Putih Secara Terpadu**, Info Teknologi Pertanian No. 32, hlm 2-12.
- [15] Dinas Pertanian THP Kabupaten Grogoban, 2011, **Pengendalian Hama dan Penyakit Nabati**, <http://dinpertan.grogoban.go.id/laboratorium/144-pengendalian-hama-dan-penyakit-dengan-pestisida-nabati.html>, diakses tanggal 7 April 2013.
- [16] Koul, Opende, Suresh W., G. S. Dhaliwal, 2008, **Essential Oils as Green Pesticides: Potential and Constraints** , Biopesticide International 4(1), hlm 63–84.
- [17] Lee, Seun-Eun. Byoung H.L, Won S.C, Byeoung S.P., Jeong G.K., and Bruce C.C., 2001, **Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus***

- oryzae* (L), Pest Management Science Vol. 57. Hlm : 548-553.
- [18] Miyazawa M, Kakiuchi A, Watanabe H, Kameoka H, 1998, **Inhibition of acetylcholinesterase activity by volatile  $\alpha,\beta$ -unsaturated ketones**, Nature Product Letter Vol. 12, hlm. 131-134.
- [19] Miyazawa M, Watanabe H, Kameoka H 1997, **Inhibition of acetylcholinesterase activity by monoterpenoids with a p-menthane skeleton**, Journal of Agricultural and Food Chemistry Vol. 45: 677-679.
- [20] Connecticut Botanical Society, 2005 , ***Mentha arvensis***, <http://www.ct-botanicalsociety.Org/galleries/menthearve.Html>, diakses tanggal 3 Maret 2013.
- [21] Rajani, S., 2011, **Trichomes**, <http://microscopy.tll.org.sg/gallery.htm>, diakses tanggal 7 April 2013.
- [22] Frost, S.W., 1959, **Insect Life an Insect Natural History 2nd Revised Edition**, Dover Publication Inc, New York.
- [23] Nazzaruddin dan E.M.Burchahyo, 1991, **Budidaya Ulat Sutera**, Penebar Swadaya, Jakarta.
- [24] Boror, D. J., C.A. Triplehorn dan N.F. Johnson, 1982, **Pengenalan Pelajaran Serangga Edisi Ke 6**, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [25] Guenther, E., 1987, **Kimia Minyak Atsiri Jilid 1**, UI Press, Jakarta.
- [26] Kabuba, J.T., 2009, **Steam Extraction of Essentials Oils : Investigation of Process Parameter**, Disertasi, Departement of Chemical Engineering Technology, University Of Johannesburg, South Africa.
- [27] Gritter, R.J., J.M. Bobbitt, dan A. E. Schwarting, 1991, **Pengantar Kromatografi**, Penerbit ITB, Bandung.
- [28] Silverstein, R.M., Francis X.W. dan David J.K., 2005, **Spectometric Identification of Organic Compound, 7<sup>th</sup> edition**, John Willey & Sons Inc., USA.
- [29] Stashenko, E.E., dan Jairo R.M., 2012, **GC-MS Analysis Of Volatile Plant Secondary Metabolites**, <http://www.intechopen.com/books/gas-chromatography-in->

- plant-science-wine-technology-toxicology-and-some-specific-applications/gc-ms-analysis-of-volatile-plant-secondary-metabolites, diakses tanggal 15 Juli 2013.
- [30] Field, L.D., S.Sternhell, J.R. Kalman, 2008, **Organic Structure From Spectra 4<sup>th</sup> Edition**, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex.
- [31] Heller, J., 2010, **Insecticide Poisoning**, [http:// www.nlm.nih.gov/medlineplusency/article/002832.html](http://www.nlm.nih.gov/medlineplusency/article/002832.html), diakses tanggal 3 Maret 2013.
- [32] Kardinan, 2002, **Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi**, Penebar swadya, Jakarta.
- [33] Bennet, S.M., 2003, **Insecticide**, [http://www.the-pied piper.co.uk/th13.htm](http://www.the-pied-piper.co.uk/th13.htm), diakses tanggal 3 Maret 2013.
- [34] Bambang Guritno, 2011, **Hubungan Konsentrasi dan Waktu Pemaparan Fumigan Fosfin Terhadap Mortalitas Larva dan Imago *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera : Tenebrionidae)**, Tesis, Program Studi Entomologi/Fitopatologi, Institut Pertanian Bogor.
- [35] Giler, J., 2006, **Fumigation Handbook**, United States Departement of Agriculture, Washington, DC.
- [36] Rice SA, Maness IB, 2004, **Brine shrimp bioassays: a useful technique in biological Investigations**,<http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1662/00027685%282004%290665B02%2008%3ABS%20BAUT%5D2.0.CO%3B2>, diakses tanggal 7 April 2013.
- [37] Heong, K.L., K.H. Tan, L.T. Fabellar and C.P.F. Garcia, 2010, **Research Methods In Toxicology and Insecticides Resistance Monitoring of Rice Planthoppers** ,<http://ricehoppers.net>, diakses tanggal 7 April 2013.
- [38] Page, B.P., dan F. Lubatti, 1963, **Fumigation of Insects**, Annual Review of Entomology vol.8, hlm. 239-264.
- [39] Byod, Clude E., 2005, **LC50 Calculations Help Predict Toxicity**, Global Aquaculture Advocate February 2005.
- [40] Departemen Pertanian, 2007, **Manual Fumigasi Fosfin (Untuk Perlakuan Karantina Tumbuhan)**, Depart-

temen Pertanian, Badan Karantina Pertanian, Pusat Karantina Tumbuhan, Jakarta.

- [41] Rice, P.J. dan Coats, J.R., 1994, **Insecticidal properties of several monoterpenoids to the housefly (Diptera : Muscidae), red flour beetle (Coleoptera : Tenebrionidae) and southern corn root-worm (Coleoptera : Chrysomelidae)**, Journal of Economic Entomology, Vol.87, hlm. 1172–1179.
- [42] Babri, R.A., Irshad K., Zaid M., Shaid M., 2012, **Chemical Composition and Insecticidal Activity of The Essential Oil of *Anethum Graveolens L.***, Science International (Lahore) Vol.24, hlm.453-455.
- [43] Hulzebos EM, Janssen PAH, Maslankiewicz L, Meijerink MCM, Muller JJA, Pelgrom SMG, Verdamm L, Vermeire TG, 2001, **The application of structure activity relationships in human hazard assessment: a first approach**, RIVM Report No.601516008.
- [44] Kumbhar P.P., Dewang P.M., 1999, **Some Thymol Derivative as Pest Control Agents**, Pestology Vol. 23, hlm. 27-29.
- [45] McKinney, James D., Ann R., Chris W., Michael C.N., dan Frank G., 2000, **The Practice of Structure Activity Relationship (SAR) in Toxicology**, Toxicology Science Vol.56, hlm.8-17.
- [46] K. Zdenek, aroslav K., 2008, **Acetylcholinesterase and Reactivation**, <http://www.ncbr.muni.cz/group/lcc/acetylcholinesterase.html>, diakses tanggal 16 Juli 2013.
- [47] Goodall, Scout, 2002, **Probing the Structure of Acetylcholinesterase Inhibitor in their Binding Site Using Solid State Nuclear Magnetic Resonance**, disertasi, Christ Church, Oxford.
- [48] Yu, Z., Bochu W., Fumei Y., Qianying S., Zhannan Y., dan Liancai Z., 2011, **Chemical Composition and Anti-acetylcholinesterase Activity of Flower Essential Oil of *Artemisia annua* at Different Flowering Stage**, Iranian Journal of Pharmaceutical Research Vol.10, hlm.265-271.

- [49] Harborne, Jeffrey B., Herbert L., 2001, **Chemical Dictionary Of Economic Plants**, John Wiley & Sons, New York.
- [50] Vivek, S., Sharma N., Singh Harbans., Srivasta K. Deven-der, Pathania V., Singh Bikram, Gupta C. Raghbir, 2009, **Comparative Account On GC-MS Analysis Of Mentha Arvensis L. “Corn Mint” From Three Different Location Of North India**, International Journal of Drug Development & Research Vol. 1 (1), hlm 1-9.
- [51] Calmasur,O.,S.Kordal.,I. Aslan., 2006, **Toxicity Of Essential Oil Vapour Obtained From *Achillea* spp. to *Sitophilus granaries* (L.) and *Tribolium confusum* (Jac)**, Journal of Plant Diseases and Protection Vol. 113(1), hlm. 37-41.
- [52] Safavi, Ali, Seyed Mahdi H., 2012, **Fumigant Toxicity of Essential Oils of Leaves and Fruits of *Platycladus orientalis* and *Lasioderma serricorne* (F.)**, Biha-rean Biologist Vol. 6 (1) hlm. 65-69
- [53] Yitnosumarto, Suntoyo, 1991, **Percobaan : Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya**, PT Gramedia Pusaka Utama, Jakarta.
- [54] Finney, D. J., Ed, 1952, *Probit Analysis*, Cambridge, England, Cambridge University Press.
- [55] Tripathi, Arun K., Shikha U., Mantu B., P.R. Bhattacharya, 2009, **A Review On Prospects Of Essential Oils As Biopesticide In Insect-Pest Management**, Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy Vol.15(5), hlm. 52-63.
- [56] Yuliarto, Fuki Tri, Lia Umi Khasanah, R. Baskara Katri Anandito, 2012, **Pengaruh Ukuran Bahan dan Metode Destilasi (Distilasi Air dan Distilasi Uap-Air) terhadap kualitas Minyak Atsiri Kulit Kayu manis (*Cinnamomum burmannii*)**, Jurnal Tekno-sains Pangan Vol 1 No 1. Hlm 12-23.
- [57] Utomo, A. R., 2013, **Isolasi, Karakterisasi Minyak Atsiri Bunga Kenanga (*Cananga odorata*) dan Uji Aktivitas sebagai Antiradikal Bebas pada Minyak**

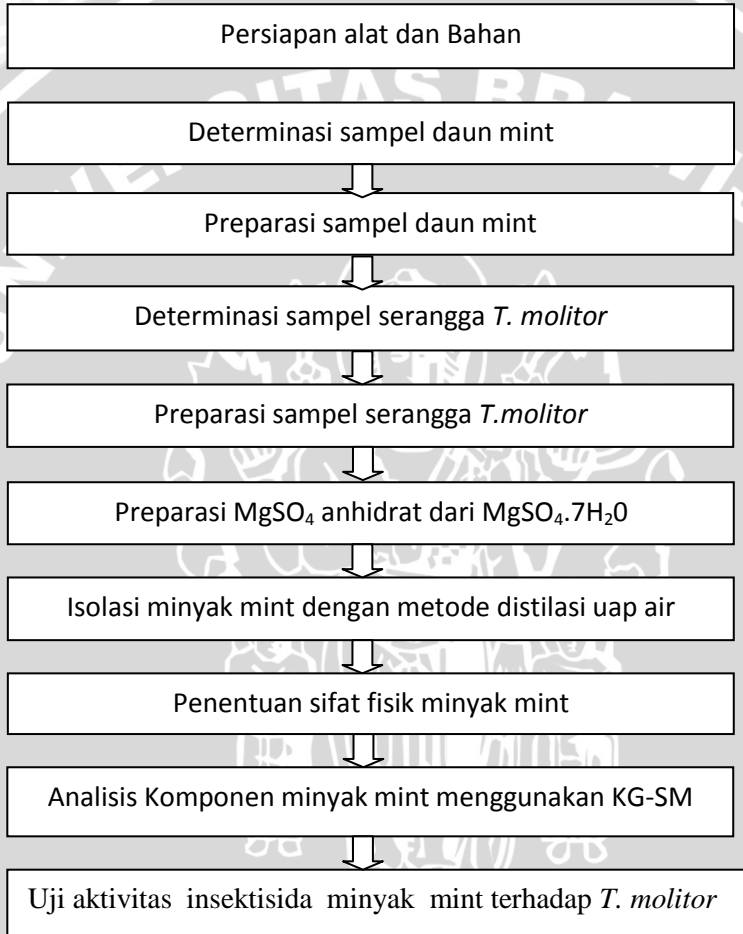
**Jagung Menggunakan Electron Spin Resonance (ESR), Sarjana Skripsi, Universitas Brawijaya.**

- [58] Palupi, K. A., 2010, **Isolasi dan Karakterisasi Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Purut (*Citrus hystrix DC.*) serta Uji Toksisitasnya terhadap Larva Udang Laut (*Artemia salina L.*)**, Sarjana Skripsi, Universitas Brawijaya.
- [59] NIST, 2011, **NIST Chemistry WebBook** <http://webbook.nist.gov/chemistry/>, diakses tanggal 7 Juni 2013.
- [60] CAS, 2013, **Chemical Abstract Substances** <https://www.cas.org/>, diakses tanggal 7 Juni 2013.
- [61] Pretsch, E., P. Bühlmann, C. Affolter, 2001, **Structure Determination of Organic Compounds : Tables Of Spectral Data**, Springer : New York.
- [62] Clipper Control Inc., 2013, **Dielectric Constant Values**, <http://www.clippercontrols.com/pages/Dielectric-Constant-Values.html>, diakses tanggal 14 Agustus 2013.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian 1.1 Tahapan Penelitian



## 1.2 Preparasi Sampel Daun Mint

Tumbuhan Mint

- Dilakukan determinasi
- Dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran
- Dipisahkan batang dan daun
- Dipilih daun yang berwarna hijau dan dalam kondisi yang baik

Daun mint

## 1.3 Preparasi Sampel Serangga *T.molitor*

Ulat *T.molitor*

- Dilakukan determinasi
- Dimasukkan kedalam wadah plastik yang berisi kapas
- Diberi makan 2 kali sehari
- Dipindahkan ulat yang sudah menjadi pupa ke wadah lain yang berisi kapas
- Dipindahkan pupa yang sudah menjadi kumbang ke wadah lain
- Diberi makan 2 kali sehari
- Dihitung jumlah kumbang *T.molitor* tiap wadah
- Diulangi proses pemeliharaan yang sama hingga diperoleh 330 ekor kumbang *T.molitor*

Kumbang *T.molitor*



## 1.4 Preparasi $\text{MgSO}_4$ Anhidrat Dari $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Kristal  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

- Ditimbang sebanyak 50 g
- Dimasukkan kedalam mortar
- Digerus dan dihaluskan
- Dipindahkan ke dalam cawan porselen
- Dipanaskan dalam oven pada temperatur  $100^\circ\text{C}$  selama 24 jam
- Dimasukkan kedalam desikator 10 menit
- Ditimbang massanya
- Diulangi perlakuan yang sama hingga massa konstan
- Dimasukkan kembali dalam oven pada temperatur  $110^\circ\text{C}$  selama 24 jam
- Dimasukkan dalam desikator 10 menit
- Ditimbang massanya
- Diulangi perlakuan yang sama hingga massa konstan
- Dihitung kapasitas hidratnya
- Disimpan dalam desikator

$\text{MgSO}_4$  anhidrat

## 1.5 Isolasi Minyak Mint Dengan Metode Distilasi Uap-Air

Daun Mint Segar

- Ditimbang sebanyak 1800 gram
- Dimasukkan kedalam ketel distilasi
- Dirangkai pada seperangkat alat distilasi
- Dinyalakan pompa dan pemanas
- Didistilasi selama 4 jam
- Dipisahkan fasa organik dan fasa air
- Ditampung fasa organik dalam botol penampung

### Fasa organik

- Dipindahkan dalam gelas kimia tertutup aluminium foil
- Ditambahkan  $MgSO_4$  anhidrat sedikit demi sedikit dan diaduk perlahan
- Diulangi hingga endapan  $MgSO_4$  tidak menggumpal
- Didekantasi

### Minyak mint bebas air

- Diletakkan dibawah selang gas  $N_2$
- Kran gas  $N_2$  dibuka
- Dialirkan gas  $N_2$
- Ditutup vial
- Disimpan dalam lemari pendingin

### Minyak mint

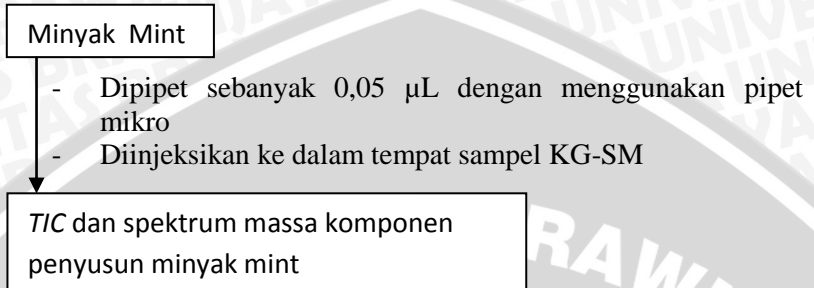
## 1.6 Penentuan Sifat Fisik Minyak Mint

### Minyak mint

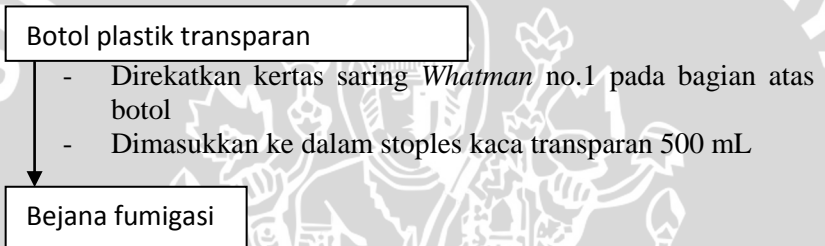
- Diamati warna dan baunya
- Dimasukkan kedalam piknometer 1 mL dan ditimbang
- Diteteskan di atas kaca sampel pada refraktometer
- Ditutup dan diamati indeks biasnya

Warna, bau, massa jenis, dan indeks bias minyak mint

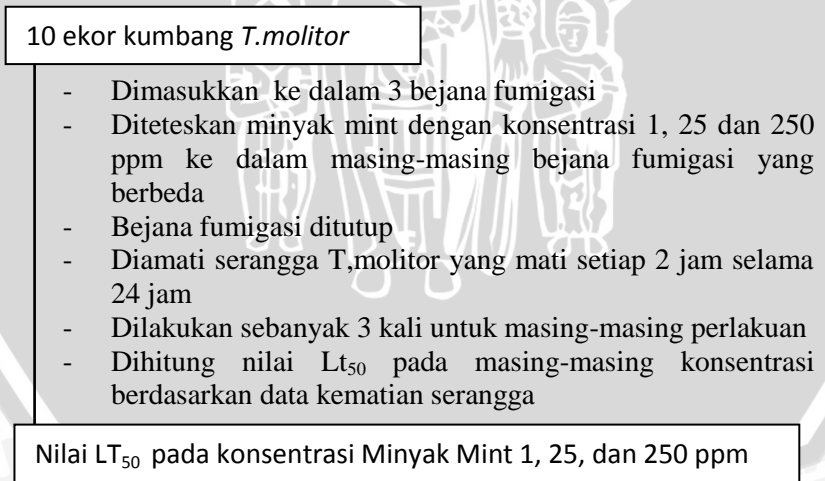
## 1.7 Karakterisasi Komponen Minyak Mint Menggunakan KG-SM



## 1.8 Preparasi Bejana Fumigasi



## 1.9 Uji Pendahuluan



## 1.10 Uji Pendahuluan

10 ekor kumbang *T.molitor*

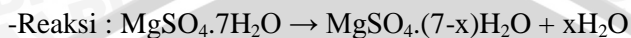
- Dimasukkan ke dalam 6 bejana fumigasi
- Diteteskan minyak mint dengan konsentrasi 23, 24, 25, 26, 27 dan 28 ppm ke dalam masing-masing bejana fumigasi yang berbeda
- Bejana fumigasi ditutup
- Diamati serangga *T.molitor* yang mati setiap 2 jam selama 12 jam
- Dilakukan sebanyak 3 kali untuk masing-masing perlakuan
- Dihitung nilai  $LC_{50}$  pada masing-masing berdasarkan data kematian serangga

Nilai  $LC_{50}$  minyak mint



## Lampiran 2 Perhitungan

### 2.1. Perhitungan Molekul H<sub>2</sub>O yang Hilang dari MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O



-Massa  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 49,44 \text{ g}$

-Massa  $\text{MgSO}_4 \cdot (7-x)\text{H}_2\text{O} = 27,45 \text{ g}$

-Massa  $x\text{H}_2\text{O} = \text{massa} (\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - \text{MgSO}_4 \cdot (7-x)\text{H}_2\text{O})$   
 $= 49,44 \text{ g} - 27,45 \text{ g} = 21,99 \text{ g}$

-Mr  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 246 \text{ g/mol}$

-Mr  $x\text{H}_2\text{O} = x \cdot 18 \text{ g/mol}$

$$\begin{aligned}\chi &= \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \\ &= \frac{m \text{ H}_2\text{O} / Mr \text{ H}_2\text{O}}{m \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} / Mr \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \\ &= \frac{m \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - m \text{ MgSO}_4 \cdot (7-x)\text{H}_2\text{O} / Mr \text{ H}_2\text{O}}{m \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} / Mr \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \\ &= \frac{Mr \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{Mr \text{ H}_2\text{O}} \left( \frac{m \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} - m \text{ MgSO}_4 \cdot (7-x)\text{H}_2\text{O}}{m \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \right) \\ &= \frac{Mr \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}}{Mr \text{ H}_2\text{O}} \left( 1 - \frac{m \text{ MgSO}_4 \cdot (7-x)\text{H}_2\text{O}}{m \text{ MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} \right) \\ &= \frac{246 \text{ g/mol}}{18 \text{ g/mol}} \left( 1 - \frac{27,45 \text{ g}}{49,44 \text{ g}} \right) \\ &= 5,78 \approx 6\end{aligned}$$

## 2.2 Perhitungan Rendemen

-Massa minyak mint yang diperoleh = 1,25 g

- Massa sampel daun mint segar = 1800 g

$$\text{-Rendemen} = \frac{W_{\text{minyak}}}{W_{\text{sampel}}} \times 100\%$$

$W_{\text{minyak}}$  = berat minyak mint yang diperoleh

$W_{\text{sampel}}$  = berat sampel daun mint segar yang didistilasi

$$\text{-Rendemen minyak} = \frac{1,25\text{g}}{1800\text{g}} \times 100\% = 0,069\%$$

## 2.3 Perhitungan Massa jenis

Rumus perhitungan massa jenis :

$$\text{Massa Jenis} = \frac{m_2 - m}{V}$$

dimana,

$m_2$  adalah massa piknometer dan minyak,

$m$  adalah massa piknometer kosong.

Sehingga,

$$\rho = \frac{6,28 - 5,15}{1} = 1,13 \text{ g/mL}$$

Perhitungan massa jenis dengan faktor koreksi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \rho' + k (T' - T)$$

dimana,

$\rho = 0,888 - 0,908 \text{ g/mL}$  massa jenis minyak mint pada  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$   
menurut EINECS 290-058-5

$\rho' =$  massa jenis minyak mint pada  $T = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

$k = 0,0007$ , faktor koreksi indeks bias minyak tiap derajat [36]

$T' = 30^{\circ}\text{C}$ , temperatur pengukuran saat pengerjaan

$T = 25^{\circ}\text{C}$ , temperatur pengukuran menurut EINECS 290-058-5

$$\begin{aligned}\text{Massa jenis terkoraksi} &= 0,904 + 0,0007 (25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}) \\ &= 1,126 \text{ g/mL}\end{aligned}$$

#### 2.4 Perhitungan Indeks Bias

Rumus perhitungan indeks bias terkoraksi :

$$n = n' + k (T' - T)$$

dimana,

$n = 1,4590 - 1,4750$ , indeks bias minyak mint pada  $T = 20^{\circ}\text{C}$  menurut EINECS 290-058-5

$n' = 1,467$ , indeks bias minyak mint pada  $T = 31^{\circ}\text{C}$

$k = 0,0004$ , faktor koreksi indeks bias minyak mint tiap derajat [36]

$T' = 31^{\circ}\text{C}$ , temperatur pengukuran saat pengerjaan

$T = 20^{\circ}\text{C}$ , temperatur pengukuran menurut EINECS 290-058-5

$$\begin{aligned}\text{Indeks bias terkoraksi} &= 1,467 + 0,0004 (20^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}) \\ &= 1,463\end{aligned}$$

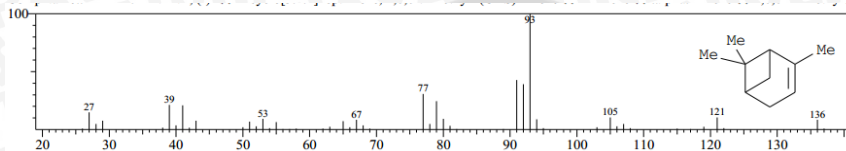
Lampiran 3 Spektrum Massa Senyawa Hasil KG-SM dari pustaka  
WILEY7.LIB

3.1 Tabel 4.2 Waktu Retensi, % Area Komponen dan SI Minyak Mint

Puncak	Waktu Retensi (menit)	% Area	SI (Similarity Index)
1	7,615	0,79	97
2	8,704	0,72	95
3	8,836	1,07	96
4	9,126	2,05	96
5	9,222	0,48	96
6	10,367	14,42	94
7	10,442	1,32	90
8	10,512	1,81	95
9	10,828	0,39	93
10	12,405	0,48	97
11	13,080	0,33	87
12	14,599	0,37	94
13	15,485	0,90	91
14	16,275	0,69	94
15	17,142	52,46	90
16	20,551	11,73	84
17	21,087	0,95	98
18	21,478	0,63	83
19	22,064	1,58	96
20	22,727	0,94	89
21	23,199	0,72	94
22	23,697	3,28	96
23	24,093	0,29	90
24	24,704	0,41	75
25	26,279	0,69	97
26	28,653	0,80	96



### 3.2 Senyawa $\alpha$ -pinena



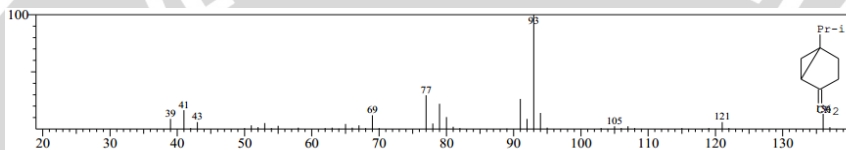
Rumus molekul

:  $C_{10}H_{16}$

Pustaka

: WILEY7.LIB

### 3.3 Senyawa Sabinena



Berat molekul

: 136

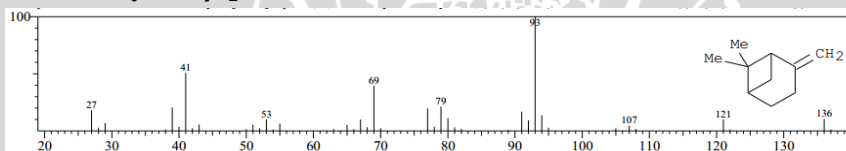
Rumus molekul

:  $C_{10}H_{16}$

Pustaka

: WILEY7.LIB

### 3.4 Senyawa $\beta$ -pinena



Berat molekul

: 204

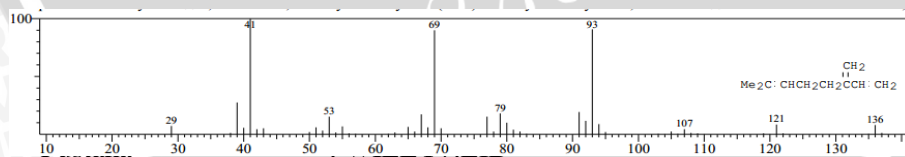
Rumus molekul

:  $C_{15}H_{24}$

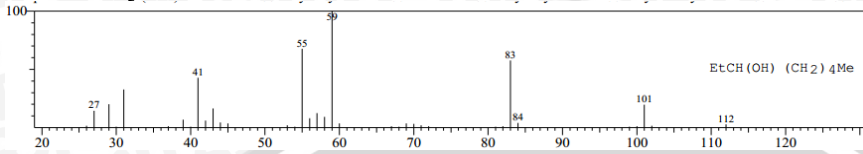
Pustaka

: WILEY7.LIB

### 3.5 Senyawa $\beta$ -mirsena

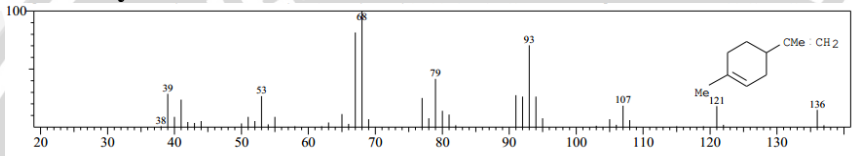


### 3.6 Senyawa 3-oktanol



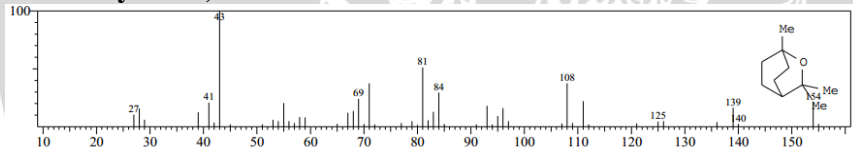
Berat molekul : 130  
Rumus molekul : C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>O  
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.7 Senyawa l-limonena



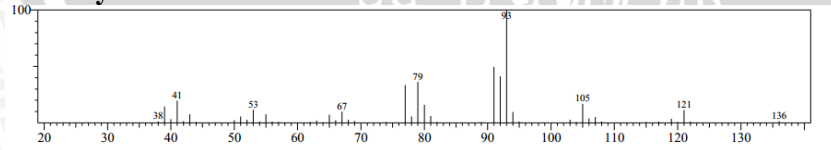
Berat molekul : 136  
Rumus molekul : C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>  
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.8 Senyawa 1,8 sineol



Berat molekul : 154  
Rumus molekul : C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O  
Pustaka : WILEY7.LIB

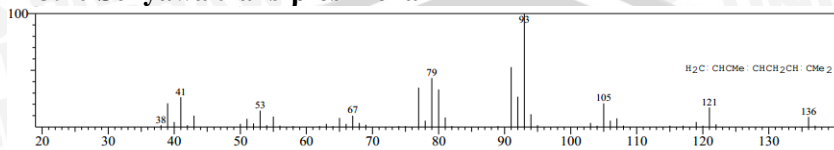
### 3.9 Senyawa cis-osimena



Berat molekul : 136  
Rumus molekul : C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>

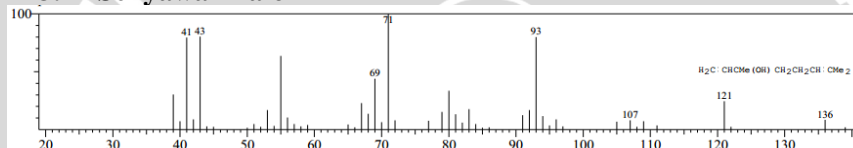
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.10 Senyawa trans- $\beta$ -osimena



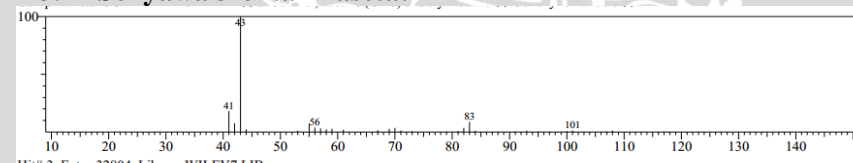
Berat molekul : 136  
Rumus molekul :  $C_{10}H_{16}$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.11 Senyawa linalol



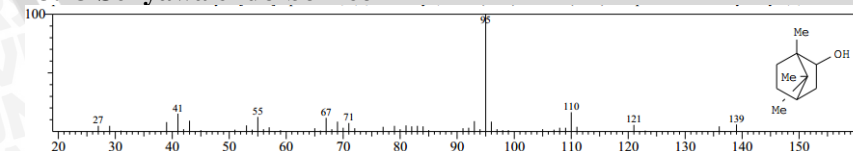
Berat molekul : 154  
Rumus molekul :  $C_{10}H_{18}O$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.12 Senyawa 3-oktanil asetat



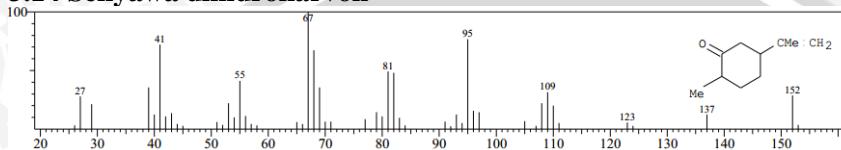
Berat molekul : 172  
Rumus molekul :  $C_{10}H_{20}O_2$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.13 Senyawa endo-borneol



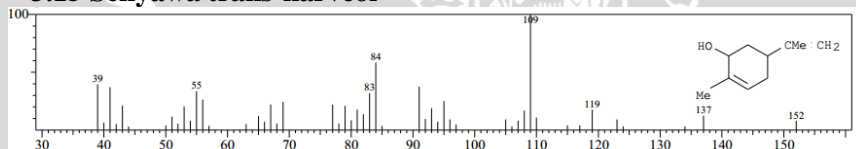
Berat molekul : 154  
Rumus molekul :  $C_{10}H_{18}O$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.14 Senyawa dihidrokarvon



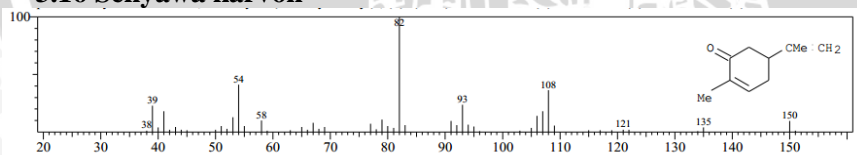
Berat molekul : 152  
Rumus molekul :  $C_{10}H_{16}O$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.15 Senyawa trans-karveol



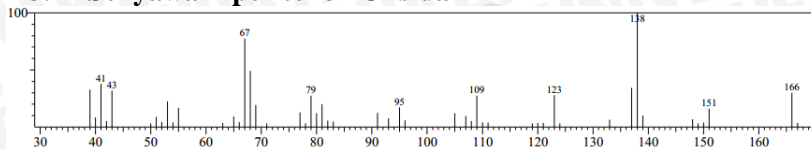
Berat molekul : 152  
Rumus molekul :  $C_{10}H_{16}O$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.16 Senyawa karvon



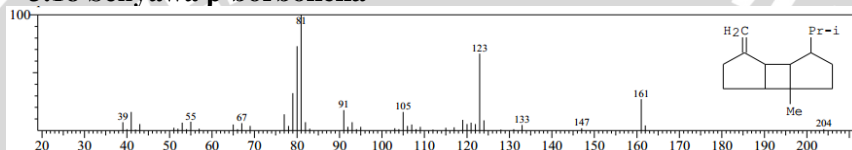
Berat molekul : 150  
Rumus molekul :  $C_{10}H_{14}O$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.17 Senyawa Piperitenon Oksida



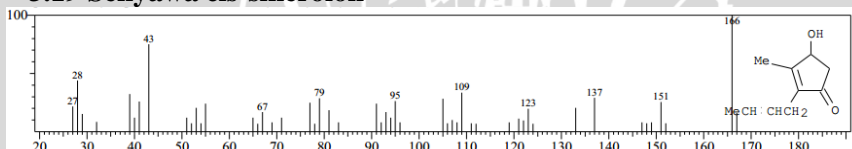
Berat molekul : 138  
Rumus molekul :  $C_9H_{14}O$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.18 Senyawa $\beta$ -borbonena



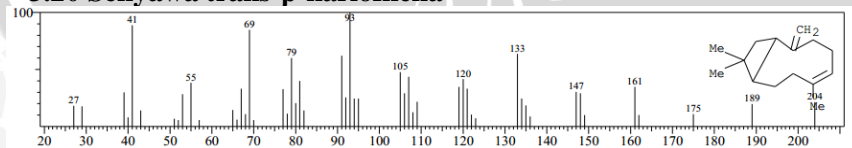
Berat molekul : 204  
Rumus molekul :  $C_{15}H_{24}$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.19 Senyawa cis-sinerolon



Berat molekul : 166  
Rumus molekul :  $C_{10}H_{14}O$   
Pustaka : WILEY7.LIB

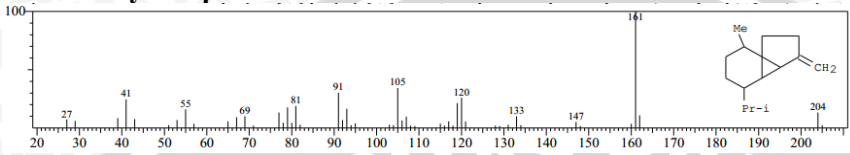
### 3.20 Senyawa trans- $\beta$ -kariofilena



Berat molekul : 204

Rumus molekul :  $C_{15}H_{24}$   
Pustaka : WILEY7.LIB

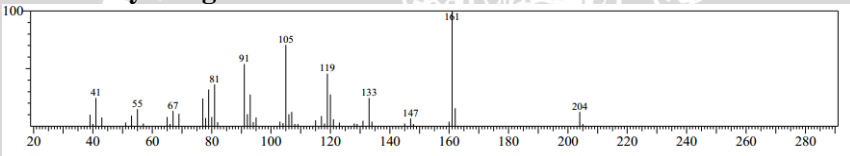
### 3.21 Senyawa $\beta$ -kubebena



Berat molekul : 204

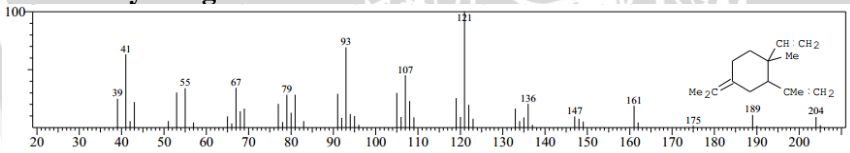
Rumus molekul :  $C_{15}H_{24}$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.22 Senyawa germakrena D



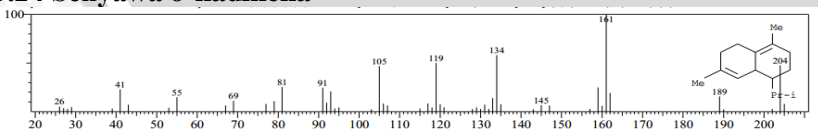
Berat molekul : 204  
Rumus molekul :  $C_{15}H_{24}$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.23 Senyawa gamma elemen



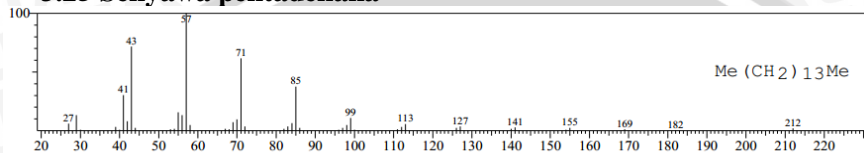
Berat molekul : 204  
Rumus molekul :  $C_{15}H_{24}$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.24 Senyawa $\delta$ -kadinena



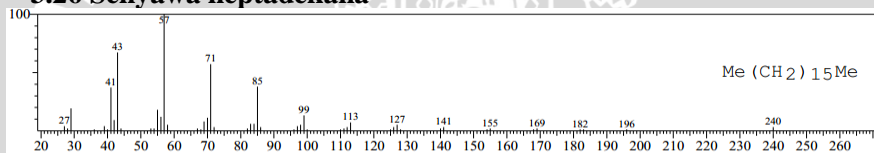
Berat molekul : 204  
Rumus molekul :  $C_{15}H_{24}$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.25 Senyawa pentadekana



Berat molekul : 226  
Rumus molekul :  $C_{15}H_{32}$   
Pustaka : WILEY7.LIB

### 3.26 Senyawa heptadekana



Berat molekul : 240  
Rumus molekul :  $C_{17}H_{36}$   
Pustaka : WILEY7.LIB

## Lampiran 4 Data Hasil Penelitian

**Tabel 4.4** Data Hasil Uji Fumigasi Minyak Mint Tanpa Penambahan Minyak Mint Terhadap *T.molitor* Pada Berbagai Waktu Pemaparan

A	B	C	D			E	F
			1	2	3		
0 ppm	11.30	0	0	0	0	0	28
	13.30	2	0	0	0	0	28
	15.30	4	0	0	0	0	26
	17.30	6	0	0	0	0	26
	19.30	8	0	0	0	0	26
	21.30	10	0	0	0	0	26
	23.30	12	0	0	0	0	26
	01.30	14	0	0	0	0	26
	03.30	16	0	0	0	0	26
	05.30	18	0	0	0	0	26
	07.30	20	0	0	0	0	26

Keterangan :

A : Konsentrasi (ppm) ; B : Waktu Pengamatan ; C : Pengamatan pada jam ke- ; D : Jumlah Serangga yang mati pada ulangan ke- ; E :Persentase Kematian ; F : Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

**4.2 Tabel 4.5** Data Hasil Uji Fumigasi Minyak Mint 1 ppm Terhadap *T.molitor* Pada Berbagai Waktu Pemaparan

A	B	C	D			E	F
			1	2	3		
1 ppm	11.30	0	0	0	0	0	28
	13.30	2	0	0	0	0	28
	15.30	4	0	0	0	0	26
	17.30	6	2	0	0	6,7	26
	19.30	8	2	0	0	6,7	26
	21.30	10	2	0	0	6,7	26
	23.30	12	2	0	0	6,7	26



01.30	14	2	0	0	6,7	26
03.30	16	3	0	0	10	26
05.30	18	3	0	0	10	26
07.30	20	3	0	0	10	26

Keterangan :

A : Konsentrasi (ppm) ; B : Waktu Pengamtan ; C : Pengamatan pada jam ke- ; D : Jumlah Serangga yang mati pada ulangan ke- ; E :Persentase Kematian ; F : Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

**4.3 Tabel 4.6** Data Hasil Uji Fumigasi Minyak Mint 25 ppm Terhadap *T.molitor* Pada Berbagai Waktu Pemaparan

A	B	C	D			E	F
			1	2	3		
25 ppm	11.30	0	0	0	0	0	28
	13.30	2	0	0	0	0	28
	15.30	4	1	1	0	10	26
	17.30	6	4	4	0	30	26
	19.30	8	4	4	0	30	26
	21.30	10	6	6	1	40	26
	23.30	12	8	8	2	50	26
	01.30	14	10	10	2	56,6	26
	03.30	16	10	10	5	76,6	26
	05.30	18	10	10	6	86,6	26
	07.30	20	10	10	9	96,6	26
	09.30	22	10	10	9	96,6	27
11.30	24	10	10	9	96,6	27	

Keterangan :

A : Konsentrasi (ppm) ; B : Waktu Pengamtan ; C : Pengamatan pada jam ke- ; D : Jumlah Serangga yang mati pada ulangan ke- ; E: Persentase Kematian ; F : Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

**4.4 Tabel 4.7** Data Hasil Uji Fumigasi Minyak Mint 250 ppm Terhadap *T.molitor* Pada Berbagai Waktu Pemaparan

A	B	C	D			E	F
			1	2	3		
250 ppm	11.30	0	0	0	0	0	28
	13.30	2	3	3	0	20	28
	15.30	4	4	3	1	26,6	26
	17.30	6	4	3	1	26,6	26
	19.30	8	5	4	1	33,3	26
	21.30	10	8	8	2	60	26
	23.30	12	10	10	4	80	26
	01.30	14	10	10	6	86,6	26
	03.30	16	10	10	10	100	26
	05.30	18	10	10	10	100	26
	07.30	20	10	10	10	100	26
	09.30	22	10	10	10	100	27
11.30	24	10	10	10	100	27	

Keterangan :

A : Konsentrasi (ppm) ; B : Waktu Pengamatan ; C : Pengamatan pada jam ke- ; D : Jumlah Serangga yang mati pada ulangan ke- ; E : Persentase Kematian ; F : Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

**4.5 Tabel 4.8** Data Hasil Uji Fumigasi Minyak Mint Terhadap *T.molitor* Pada Berbagai Variasi Konsentrasi

A	B			C	D	E
	1	2	3			
23	2	5	5	40	4.75	28
24	2	7	5	46.7	4.92	26
25	5	8	2	50	5	26
26	8	4	4	53.3	5.05	26
27	6	4	7	56.7	5.18	26
28	5	6	7	60	5.25	26

Keterangan :

A : Konsentrasi (ppm) ; B : Jumlah Serangga yang mati pada ulangan ke-; C : Persentase Kematian; D : Nilai Probit; E : Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

#### 4.6 Tabel Probit (Finney's Table) :

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,30	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
-	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

#### 4.7 Perhitungan Volume Minyak Mint

Volume udara dalam bejana fumigasi = volume bejana fumigasi = 500 mL

- Perhitungan Volume minyak mint pada 1 ppm

$$1 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{\text{Volume udara dalam bejana fumigasi}}$$

$$1 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume minyak mint} &= 1 \mu\text{L/L} \times 0,5 \text{ L} \\ &= 0,5 \mu\text{L} \end{aligned}$$

- Perhitungan Volume minyak mint pada 25 ppm

$$25 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{\text{Volume udara dalam bejana fumigasi}}$$

$$25 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume minyak mint} &= 25 \mu\text{L/L} \times 0,5 \text{ L} \\ &= 12,5 \mu\text{L}\end{aligned}$$

- Perhitungan Volume minyak mint pada 250 ppm

$$250 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{\text{Volume udara dalam bejana fumigasi}}$$

$$250 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume minyak mint} &= 250 \mu\text{L/L} \times 0,5 \text{ L} \\ &= 125 \mu\text{L}\end{aligned}$$

- Perhitungan Volume minyak mint pada 23 ppm

$$23 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{\text{Volume udara dalam bejana fumigasi}}$$

$$23 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume minyak mint} &= 23 \mu\text{L/L} \times 0,5 \text{ L} \\ &= 11,5 \mu\text{L}\end{aligned}$$

- Perhitungan Volume minyak mint pada 24 ppm

$$24 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{\text{Volume udara dalam bejana fumigasi}}$$

$$24 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume minyak mint} &= 24 \mu\text{L/L} \times 0,5 \text{ L} \\ &= 12 \mu\text{L}\end{aligned}$$

- Perhitungan Volume minyak mint pada 26 ppm

$$26 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyakmint}}{\text{Volumeudara dalam bejana fumigasi}}$$

$$26 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume minyak mint} &= 26 \mu\text{L/L} \times 0,5 \text{ L} \\ &= 13 \mu\text{L}\end{aligned}$$

- Perhitungan Volume minyak mint pada 27 ppm

$$27 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyakmint}}{\text{Volumeudara dalam bejana fumigasi}}$$

$$27 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume minyak mint} &= 27 \mu\text{L/L} \times 0,5 \text{ L} \\ &= 13,5 \mu\text{L}\end{aligned}$$

- Perhitungan Volume minyak mint pada 28 ppm

$$28 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyakmint}}{\text{Volumeudara dalam bejana fumigasi}}$$

$$28 \mu\text{L/L} = \frac{\text{Volume minyak mint}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume minyak mint} &= 28 \mu\text{L/L} \times 0,5 \text{ L} \\ &= 14 \mu\text{L} \end{aligned}$$

#### 4.8 Perhitungan $LT_{50}$ pada Minyak Mint 1 ppm

$$y = 0,4579x + 0,9158$$

$$50 = 0,4579x + 0,9158$$

$$x = \frac{(50 - 0,9158)}{0,4579}$$

$x = 107,19$  sehingga nilai  $LT_{50}$  adalah 107,19 jam

A	
1	SUMMARY OUTPUT
2	
3	<i>Regression Statistics</i>
4	Multiple R 0.900937
5	R Square 0.811688
6	Adjusted R Square 0.794569
7	Standard Error 1.794158
8	Observations 13
9	

Nilai *standar error* perhitungan  $LT_{50}$  pada minyak mint 1 ppm

#### 4.9 Perhitungan $LT_{50}$ pada Minyak Mint 25 ppm

$$y = 5,278x - 13,438$$

$$50 = 5,278x - 13,438$$

$$x = \frac{(50 + 13,438)}{5,278}$$

A	
1	SUMMARY OUTPUT
2	
3	<i>Regression Statistics</i>
4	Multiple R 0.985355
5	R Square 0.970924
6	Adjusted R Square 0.968281
7	Standard Error 6.729639
8	Observations 13
9	

Nilai *standar error* perhitungan  $LT_{50}$  pada minyak mint 25 ppm

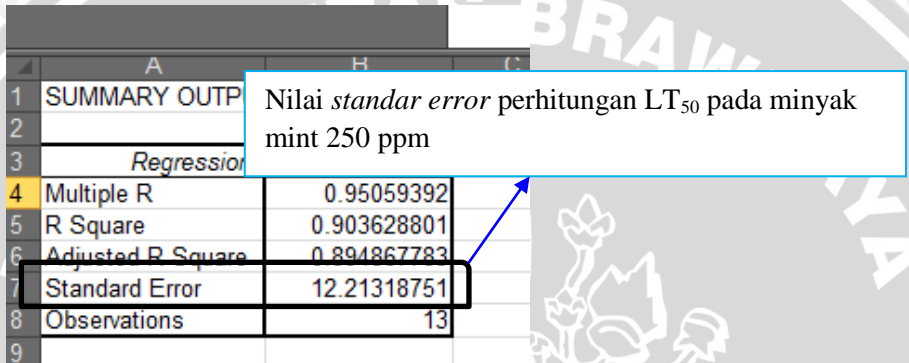
#### 4.10 Perhitungan $LT_{50}$ pada Minyak Mint 250 ppm

$$y = 4,5971x + 8,9377$$

$$50 = 4,5971x + 8,9377$$

$$x = \frac{(50 - 8,9377)}{4,5971}$$

$x = 8,93$ , sehingga nilai  $LT_{50}$  adalah 8,93 jam



Nilai standar error perhitungan  $LT_{50}$  pada minyak mint 250 ppm

	A	H	C
1	SUMMARY OUTPUT		
2			
3	Regression		
4	Multiple R	0.95059392	
5	R Square	0.903628801	
6	Adjusted R Square	0.894867783	
7	Standard Error	12.21318751	
8	Observations	13	
9			

#### 4.11 Perhitungan $LC_{50}$

$$y = 5,581x - 2,8194$$

$$5 = 5,581x - 2,8194$$

$$x = \frac{(5 + 2,8194)}{5,581}$$

$$x = 1,401$$

$$\log x = 1,404$$

$$x = 10^{1,404}$$

$x = 25,18$ , sehingga nilai  $LC_{50}$  adalah 25,18 ppm.

#### 4.12 Uji F untuk Pengaruh Variasi Waktu dan Konsentrasi Minyak Mint

- Faktor koreksi =  $Y^2 / nab$   
 $= 220.900/144$   
 $= 1534,03$
- $JK_{\text{total (terkoreksi)}}$  =  $\sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2$  – Faktor koreksi  
 $= 3858 - 1534,03$   
 $= 2323,97$

Tabel 2 arah waktu dan konsentrasi

Waktu	Perlakuan			Total Kematian
	Tanpa Penambahan Minyak Mint	1 ppm	25 ppm	
2	0	0	0	6
4	0	0	3	8
6	0	2	6	8
8	0	2	6	10
10	0	2	12	18
12	0	2	15	24
14	0	2	17	26
16	0	3	23	30
18	0	3	26	30
20	0	3	29	30
22	0	3	29	30
24	0	3	29	30
Total	0	25	195	250

$$JK_{\text{konsentrasi}} = \sum_i \sum_j (\sum_k Y_{ijk})^2 / nb - \text{Faktor koreksi}$$

$$= 101.150/48 - 1.534,03$$

$$= 573,26$$

$$JK_{\text{waktu}} = \sum_i (\sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / na - \text{Faktor koreksi}$$

$$= 23.616/12 - 1.543,03$$

$$= 433,97$$



$$\begin{aligned}
 JK_{\text{waktu dan konsentrasi}} &= \sum_i (\sum_j \sum_k Y_{ijk})^2 / n - \text{Faktor koreksi} - JK_{\text{konsentrasi}} - JK_{\text{waktu}} \\
 &= 10.872/3 - 1.534,03 - 573,26 - 433,97 \\
 &= 1082,74
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK_{\text{Galat percobaan}} &= JK_{\text{total}} - JK_{\text{konsentrasi}} - JK_{\text{waktu}} - JK_{\text{waktu dan konsentrasi}} \\
 &= 2.323,97 - 573,26 - 433,97 - 1082,74
 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F <sub>hit</sub>	F <sub>tabel(5%)</sub>
Perlakuan	47	2089.97	44,47		
-Konsentrasi	3	573,26	191,09	37,56	2,81
-Waktu	11	433,97	39,452	7,76	2,00
-Konsentrasi dan waktu	33	1082,736	32,81	6,45	1,69
-Galat Percobaan	46	234	5,09		

#### 4.13 Uji F untuk Pengaruh Variasi Konsentrasi Minyak Mint

- Faktor koreksi =  $Y^2 / na$   
 = 8464/18  
 = 470,222
- JK<sub>total (terkoreksi)</sub> =  $\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \text{Faktor koreksi}$   
 = 532 - 470,22  
 = 61,778

Tabel 1 arah Konsentrasi

Konsentrasi (ppm)	Pengulangan			Total Kematian
	1	2	3	
23	2	5	5	12
24	2	7	5	14
25	5	8	2	15
26	8	4	4	16
27	6	4	7	17

28	5	6	7	18
----	---	---	---	----

$$JK_{\text{konsentrasi}} = \sum_i (\sum_j Y_{ij})^2 / n - \text{Faktor koreksi}$$

$$= 478 - 470,222$$

$$= 7,778$$

$$JK_{\text{Galat percobaan}} = JK_{\text{total}} - JK_{\text{konsentrasi}}$$

$$= 61,788 - 7,778$$

$$= 54,00$$

Tabel Analisis Ragam

SK	db	JK	KT	F <sub>hit</sub>	F <sub>tabel</sub> (%5)
Konsentrasi	5	7,778	1,556	0,519	2,77
Galat Percobaan	3	54	3		

#### 4.14 Hasil Analisis Probit Menggunakan Minitab 16.

##### 4.14.1 Hasil Analisis Probit Pada Penentuan LC<sub>50</sub>

Pearson 0.0  
Deviance 0.0

Tolerance Dist

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean	1.40059	0.0168465	1.36757	1.43360
StDev	0.176912	0.101102	0.0577184	0.542254

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	Lower	Upper
1	0.989025			
2	1.03725	0.211102	0.623499	1.45100
3	1.06785	0.193675	0.688253	1.44745
4	1.09087	0.180573	0.736950	1.44478
5	1.10959	0.169921	0.776550	1.44263
6	1.12553	0.160860	0.810246	1.44081
7	1.13950	0.152920	0.839782	1.43922
8	1.15201	0.145814	0.866220	1.43780
9	1.16339	0.139356	0.890256	1.43652
10	1.17386	0.133415	0.912374	1.43535
20	1.25169	0.0894549	1.07636	1.42702
30	1.30781	0.0582463	1.19365	1.42197
40	1.35576	0.0329213	1.29124	1.42029
50	1.40059	0.0168465	1.36757	1.43360
60	1.44541	0.0282124	1.39011	1.50070
70	1.49336	0.0528845	1.38971	1.59701
80	1.54948	0.0839397	1.38496	1.71400
90	1.62731	0.127841	1.37674	1.87787

Standar Error pada perhitungn LC<sub>50</sub> minyak mint

Tarif Kepercayaan pada LC<sub>50</sub> dalam logaritmik

## Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian

### 5.1 Tanaman Mint



### 5.2 Sampel Daun Mint Segar



### 5.3 Serangga *T.molitor*



a. Ulat *T.molitor*



b. Pupa *T.molitor*



c. Kumbang *T.molitor*

### 5.4 Rangkaian Alat Bejana Fumigasi

Serangga *T.molitor*



Botol Kaca 500 mL

Botol Plastik

Kertas Saring



Botol Kaca



Bejana Fumigasi

## 5.5 Rangkaian Alat Distilasi Uap Air



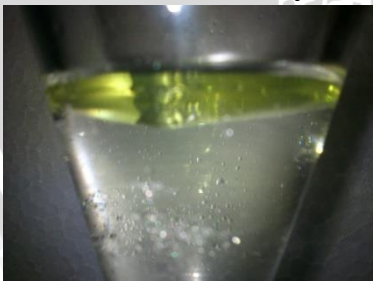
Ketel Distilasi

pemanas

kondensor

Corong  
pisah

## 5.6 Fasa Air dan Minyak Mint



Minyak

Fasa air

### 5.7 Minyak Mint Hasil Distilasi Uap Air



### 5.8 Pengukuran Indeks Bias



### 5.9 Penentuan Massa jenis



piknometer

Neraca

## 5.10 Uji Aktivitas Minyak Mint Sebagai Fumigan



Pemasukan Serangga



Injeksi Minyak Mint



Bejana Fumigasi

Serangga Yang Hidup

Serangga Yang Mati (badannya terbalik)



## 5.11 Determinasi Tumbuhan Mint



LABORATORIUM TAKSONOMI, STRUKTUR DAN  
PERKEMBANGAN TUMBUHAN  
JURUSAN BIOLOGI, FAKULTAS MIPA  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
JALAN VETERAN, MALANG 65145  
Telepon/faks: 0341-575841

### KETERANGAN IDENTIFIKASI

No. 0077/Takso.Identifikasi/03/2013

Kepala Laboratorium Taksonomi, Struktur dan Perkembangan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, menerangkan bahwa spesimen yang dibawa oleh:

Nama : S. Alfisyah Nur Aziza (NIM. 0910920064)  
Erwin Prasetya T (NIM. 0910923007)  
Fahmi Hidayat (NIM. 0910920037)

Instansi : Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya

Berdasarkan deskripsi karakter dan kunci identifikasi pada Flora of Java (Backer dan Van den Brink, 1968), volume II, halaman 631, diidentifikasi sebagai:

**Familia** : Lamiaceae  
**Genus** : *Mentha*  
**Species** : *Mentha arvensis* L. var. *Javanica* (Bl.)  
Hook.

Demikian surat keterangan identifikasi ini dibuat untuk digunakan seperlunya.

Malang, 6 Maret 2013

Kepala Laboratorium  
Taksonomi, Struktur dan  
Perkembangan Tumbuhan,

  
Dr. Serafinah Indriyani, M.Si.  
LABORATORIUM NIP. 196309091988022001  
TAKSONOMI TUMBUHAN



## 5.12 Determinasi Serangga *T.molitor*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
LABORATORIUM BIOLOGI  
Jalan Semarang 5, Malang 65145  
Telepon: (0341) 562180  
Laman: www.um.ac.id

Nomor : 074/UN32.3.7.4/2013  
Lampiran : -  
Hal : Hasil Identifikasi Serangga

15 April 2013

Hasil identifikasi serangga sebagai berikut.

Klasifikasi : *Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758

Kingdom : Animalia (Animals)  
Phylum : Arthropoda (Arthropods)  
Class : Insecta (Insects)  
Order : Coleoptera (Beetles)  
Suborder : Polyphaga  
Superfamily : Tenebrionoidea  
Family : Tenebrionidae (Darkling Beetles)  
Subfamily : Tenebrioninae  
Tribe : Tenebrionini  
Genus : *Tenebrio* (Mealworm beetles)  
Species : *Tenebrio molitor* (Yellow Mealworm)

Penjelasan nama : *molitor* = miller

Identifikasi: Dorsum dengan kilauan cahaya yang ringan, antena moniliform berjumlah 11, elytra dengan 9 stria (Garis longitudinal yang memanjang dari pangkal menuju ujung elytra)

Penyebaran:

Daerah beriklim sedang tetapi bisa dikembangkan di daerah tropis.

Kepala Lab. Biologi FMIPA UM



F. Dimpudang Suarsini, M.Ked  
NIP 19661104 199103 1 001