

BAB IV

DATA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Persiapan Sampel

Hasil persiapan sampel berupa serbuk atau bubuk kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak berwarna orange.

4.1.2 Ekstraksi Sampel Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil ekstraksi kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Ekstraksi Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Massa Sampel (gr)	Volume Pelarut Ekstraksi (mL)			Filtrat (mL)	Massa Ekstrak Hasil Evaporasi (gr)
	Hari I	Hari II	Hari III		
400	800	800	800	1600	46
	2400				

Hasil penimbangan menunjukkan massa ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak 46 gram dengan persen rendamen ekstrak diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{ rendemen ekstrak} &= \frac{\text{massa ekstrak hasil evaporasi}}{\text{massa awal sampel}} \times 100\% \\ &= \frac{46}{400} \times 100 \% \\ &= 11,5 \%\end{aligned}$$

4.1.3 Uji Pelarut Metanol Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil uji ada tidaknya pelarut metanol dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.2 Uji Pelarut Metanol Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Perlakuan	Hasil Pengamatan
Ekstrak kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak sebanyak 0,5 gram + 5 tetes $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{pekat})$ + 2 mL minyak goreng	Ekstrak tidak tercium aroma wangi (ester)

Hasil uji pelarut metanol menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak tidak mengandung metanol.

4.1.4 Analisis Sifat Fisiko-kimia Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

4.1.4.1 Uji Kelarutan Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan Dan Rimpang Temulawak

Hasil uji kelarutan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.3 Kelarutan Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

No	Pelarut	Volume Pelarut (ml)	Zat Terlarut	Massa Zat Terlarut (gr)	Pengamatan	Keterangan
1	Metanol	2	Ekstrak	0,5	Homogen	Larut
2	Aquades	2	Ekstrak	0,5	Homogen	Larut (butuh waktu lama)
3	Kloroform	2	Ekstrak	0,5	Heterogen	Tidak larut
4	Dietil eter	2	Ekstrak	0,5	Heterogen	Tidak larut
5	<i>n</i> -heksana	2	Ekstrak	0,5	Heterogen	Tidak larut

Hasil uji kelarutan menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak larut dalam pelarut polar yakni metanol dan aquadest tetapi pada aquadest butuh waktu yg lama. Sedangkan dalam pelarut semipolar yaitu kloroform dan dalam pelarut nonpolar yaitu dietileter dan *n*-heksana ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan rimpang temulawak tidak larut.

4.1.4.2 Penentuan Titik Didih Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil penentuan titik didih ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.4 Titik Didih Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)
30	110

Hasil penentuan titik didih menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki titik didih 110 °C.

4.1.4.3 Penetapan Massa Jenis Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil uji massa jenis ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.5 Penetapan Massa Jenis Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Massa Gelas Kimia Konstant (gr)	Massa Aquades 2 mL (gr)	Massa Ekstrak (gr)	$\rho = \frac{m \text{ (gr)}}{V \text{ (mL)}}$
34,39	2,05	0,71	1,02

4.1.4.4 Penentuan Putar Optik Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil penentuan putar optik ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.6 Putaran Optik Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

No	Volume Ekstrak (mL)	Volume Metanol (mL)	Skala		Derajat Rotasi Ekstrak (°)	Warna	Arah Putar
			Skala Besar (°)	Skala Kecil (°)			
1	-	20	80	0,50	80,50	Orange	Kanan
2	1	25	120	0,60	120,60	Orange	Kanan
3	1	30	112	0,12	112,12	Orange	Kanan
4	1	35	90	0,06	90,06	Orange	Kanan

Dari hasil putar optik kemudian dihitung derajat rotasi ekstrak, konsentrasi ekstrak, dan sudut putar jenis ekstrak sebagai berikut:

Tabel 4.7 Derajat Rotasi Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

No	Konsentrasi Ekstrak (gr/ml)	Derajat Rotasi Ekstrak + Metanol (°)	Derajat Rotasi Metanol (°)	Derajat Rotasi Ekstrak (°)	Arah Putar
1	0,041	120,6	80,50	40,10	Kanan
2	0,034	112,12	80,50	31,62	Kanan
3	0,029	90,06	80,50	9,56	Kanan

Dari hasil derajat rotasi dan konsentrasi, dihitung sudut rotasi jenis ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak sebagai berikut:

Tabel 4.8 Sudut Putar Jenis Ekstak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Panjang Tabung (cm)	Konsentrasi Ekstrak Dalam Metanol (mol/mL)	Sudut Rotasi Optik Teramati Pada Ekstrak (°)	Sudut Rotasi Jenis (°)
20	0,041	40,10	+40,90
20	0,034	31,62	+46,5
20	0,029	9,56	+16,48

Keterangan : Tanda (+) menunjukkan senyawa dalam ekstrak memutar bidang cahaya ke arah kanan

Hasil uji putar optik menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki senyawa optis aktif dengan memutar bidang polarisasi cahaya ke kanan.

4.1.5 Analisis Fitokimia Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

4.1.5.1 Uji Alkaloid Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil uji alkaloid ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.9 Hasil Uji Alkaloid Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Reagen	Eksrtak	Perubahan Ekstrak	Ket
Mayer	1 mL kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak	Larutan berwarna coklat keruh dan ada endapan putih	+
Wagner	1 mL kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak	Larutan berwarna coklat kerih dan ada endapan coklat	+

Keterangan: (+) = terdapat kelompok senyawa alkaloid

(-) = tidak terdapat kelompok senyawa alkaloid

Hasil analisis reagen Mayer dan reagen Wagner menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak mengandung kelompok senyawa alkaloid.

4.1.5.2 Uji Flavonoid Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang temulawak

Hasil uji flavonoid ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.10 Hasil Uji Flavonoid Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Reagen wiltatersianidin	Ekstrak	Perubahan Warna Ekstrak		Ket
		+ HCl	+ Serbuk Mg	
Mg/HCl	1 mL kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak	Coklat	Hitam	-

Keterangan (+) = mengandung kelompok senyawa flavonoid

(-) = tidak mengandung kelompok senyawa flavonoid

Hasil analisis reagen Wiltatersianidin menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak tidak mengandung kelompok senyawa flavonoid.

4.1.5.3 Uji Tanin Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil uji tanin ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.11 Hasil Uji Tanin Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Reagen	Ekstrak	Perubahan Ekstrak	Ket
FeCl ₃	1 mL ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak	Ekstrak tetap berwarna orange	-

Keterangan (+) = terdapat kelompok senyawa tanin

(-) = tidak terdapat kelompok senyawa tannin

Hasil analisis reagen gelatin menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak tidak mengandung kelompok senyawa tanin.

4.1.5.4 Uji Saponin Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil uji saponin ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.12 Hasil Uji Saponin Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Reagen	Ekstrak	Perubahan Ekstrak	Hasil
Aquadest	1 mL ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak	Sedikit busa yang tidak stabil (busa menghilang ketika tidak dikocok)	-

Keterangan (+) = terdapat kelompok senyawa saponin
(-) = tidak terdapat kelompok senyawa saponin

Hasil analisis reagen aquadest menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak tidak mengandung saponin.

4.1.5.5 Uji Triterpenoid/Steroid Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil uji steroid/terpenoid ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.13 Hasil uji Triterpenoid/Steroid Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Reagen	Ekstrak	Perubahan ekstrak	Ket
Lieberman <i>n</i> -burchard	1 mL kombinasi ekstrak kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak	Ekstrak berwarna hijau dan ada cincin berwarna merah	+

Keterangan (+) = terdapat kelompok senyawa triterpenoid/steroid
(-) = tidak terdapat kelompok senyawa triterpenoid/steroid

Hasil analisis reagen Liebermann-burchard menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak mengandung steroid/triterpenoid.

4.1.6 Analisis komponen kimia Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

4.1.2.1 Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil analisis KLT ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.14 Hasil analisis KLT Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

No	Golongan Senyawa	Fase Gerak	Jumlah Noda	Warna Noda Pada Lampu UV	RF (cm)
1	Alkaloid	etil asetat : metanol : air (9 : 2 : 2)	2	Ungu	0,63 0,97
2	Terpenoid/ Steroid	<i>n</i> -heksana : etil asetat (4 : 1)	2	Ungu	0,10 0,22

Hasil analisis KLT menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak mengandung kelompok senyawa alkaloid dan terpenoid/steroid.

4.1.2.2 Infra Red (IR) Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil analisis FTIR ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra gugus fungsi seperti pada gambar berikut:

Gambar 4.1 Spektra Infra Merah (IR) Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Profil spektra infra merah(IR) ekstrak kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dapat dianalisis sebagai berikut:

Tabel 4.15 Profil Spektra Infra Merah Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		Nomor Peak	Bentuk Peak	Interpretasi Gugus Fungsi
	Pustaka	Peak Ekstrak			
1	3550-3200 ^{***}	3361.93	18	Melebar	O-H Aromatik
2	3300-2500 ^{**}	2958.80	17	Lemah	Karboksilat
3	3000-2800 ^{**}	2927.94	16	Lancip	C-H alifatik
4	2950-2800 ^{***}	2854.65	15	Lemah	C-H aromatik
5	1750-1735 ^{***}	1730.15	14	Melebar	C=O alifatik
6	1750-1500 [*]	1678.07	13	Lancip	C=N aromatik
7	1680-1620 ^{**}	1620,21	12	Tajam	C=C alifatik
8	1600-1450 ^{**} 1650-1400 ^{***}	1514,12	11	Tajam	C=C aromatik
9	1900-1300 [*]	1444.68	10	Lemah	Ulur C=O
10	1498-1359 ^{***}	1377,17	9	Tajam	Ulur C-H
11	1275-1260 [*]	1280.73	8	Melebar	Si-CH ₃
12	1310-1020 ^{**} 1260-970 [*]	1126.43	7	Melebar	Ulur C-O
13	1090-1030 [*]	1033.85	6	Tajam	Si-O
14	840-800 [*]	817.82	2	Tajam	Ulur C-H aromatik

(Bieman,1989)^{*}, (Socrates, G, 1994)^{**}, (Silverstein et al. 1991)^{***}

4.1.8.2 Gas Chromatograph-Mass Spectrofotometry (GC-MS)

Hasil analisis GC-MS ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh data sebagai berikut:

Gambar 4.2 Profil GC-MS Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Identifikasi ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak menggunakan spektroskopi GC-MS diperoleh spektra data sebagai berikut:

1. Fragmen Senyawa 1-Kampur

Fragmentasi senyawa 1-Kampur ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.3 Profil GC-MS Senyawa 1-Kampur

Fragmentasi senyawa 1-Kampur ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.16 Fragmentasi Senyawa 1-Kampor

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
152	C ₁₀ H ₁₆ O	34
137	C ₉ H ₁₃ O ⁺	2
123	C ₈ H ₁₁ O ⁺	1
108	C ₇ H ₈ O	40
95	C ₆ H ₇ O ⁺	100
81	C ₅ H ₅ O ⁺	73
69	C ₄ H ₅ O ⁺	42
55	C ₃ H ₃ O ⁺	42

Pola fragmentasi senyawa 1-Kampor sebagai berikut:

Gambar 4.4 Fragmentasi Senyawa 1-Kampor

2. Fragmen Senyawa Trans-Kariofilena

Fragmentasi senyawa Trans-Kariofilena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.5 Profil GC-MS Senyawa Trans-Kariofilena

Fragmentasi senyawa trans-kariofilena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.17 Fragmentasi Senyawa Trans-Kariofilena

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
204	C ₁₅ H ₂₄	2
189	C ₁₄ H ₂₁ ⁺	4
175	C ₁₃ H ₁₉ ⁺	2
161	C ₁₂ H ₁₇ ⁺	4
147	C ₁₁ H ₁₅ ⁺	4
133	C ₁₀ H ₁₃ ⁺	15
120	C ₉ H ₁₂	8
107	C ₈ H ₁₁ ⁺	12

93	$C_7H_9^+$	25
79	$C_6H_7^+$	40
55	$C_4H_7^+$	22
41	$C_3H_5^+$	100
27	$C_2H_3^+$	22

Pola fragmentasi senyawa Trans-Kariofilena sebagai berikut:

Gambar 4.6 Fragmentasi Senyawa Trans-Kariofilena

3. Fragmen Senyawa Gamma.-elemen

Fragmentasi senyawa Gamma.-elemen ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.7 Profil GC-MS Senyawa Gamma-elemen

Fragmentasi senyawa Gamma-elemen ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.18 Fragmentasi Senyawa Gamma.-elemen

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
204	$C_{15}H_{24}$	10
189	$C_{14}H_{21}^+$	16
175	$C_{13}H_{19}^+$	2
161	$C_{12}H_{17}^+$	22
147	$C_{11}H_{15}^+$	9
136	$C_{10}H_{16}$	21
121	$C_9H_{13}^+$	100
107	$C_8H_{11}^+$	48
93	C_7H_9	82
79	C_6H_7	44
67	$C_5H_7^+$	53
55	$C_4H_7^+$	36
41	$C_3H_5^+$	56
29	$C_2H_5^+$	18

Pola fragmentasi senyawa Gamma elemen sebagai berikut:

Gambar 4.8 Fragmentasi Senyawa gamma-elemen

4. Fragmen Senyawa Bergmotin

Fragmentasi senyawa Bergmotin ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.9 Profil GC-MS Senyawa Bergmotin

Fragmentasi senyawa Bergmotin ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.19 Fragmentasi Senyawa Bergmotin

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
202	C ₁₅ H ₂₂	60
192	C ₁₄ H ₁₂	1
174	C ₁₄ H ₆	2
157	C ₁₃ H ⁺	1
145	C ₁₂ H ⁺	4
137	C ₁₁ H ₅ ⁺	12
129	C ₁₀ H ₉ ⁺	1
121	C ₉ H ₁₃ ⁺	1
107	C ₈ H ₁₁ ⁺	1
95	C ₇ H ₁₁ ⁺	6
81	C ₆ H ₉ ⁺	29
69	C ₅ H ₉ ⁺	100
55	C ₄ H ₇	6
41	C ₃ H ₅	42

Pola fragmentasi senyawa Bergmotin sebagai berikut:

Fragmentasi senyawa Alfa Kurkumin ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.11 Profil GC-MS Senyawa Alfa Kurkumin

Fragmentasi senyawa Alfa Kurkumin ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.20 Fragmentasi Senyawa alfa Kurkumin

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
202	C ₁₅ H ₂₂	17
189	C ₁₄ H ₂₁ ⁺	4
175	C ₁₃ H ₁₉ ⁺	1
159	C ₁₂ H ₁₃ ⁺	6
152	C ₁₂ H ₈	1
145	C ₁₁ H ₁₃ ⁺	26
139	C ₁₁ H ₇ ⁺	1
132	C ₁₀ H ₁₂	86
119	C ₉ H ₁₁ ⁺	100
111	C ₈ H ₁₅ ⁺	1
105	C ₈ H ₉ ⁺	55
97	C ₈ H ⁺	1
91	C ₇ H ₇ ⁺	36
83	C ₆ H ₁₁ ⁺	8
77	C ₆ H ₅ ⁺	14
69	C ₅ H ₉ ⁺	14
63	C ₅ H ₃ ⁺	4
55	C ₄ H ₇ ⁺	17
41	C ₃ H ₅ ⁺	44
27	C ₂ H ₃ ⁺	20

Pola fragmentasi senyawa Alfa Kurkumin sebagai berikut:
Gambar 4.12 Fragmentasi Alfa Kurkumin

6. Fragmen Senyawa Trans-benzofuran,6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isopropenil (*Trans-benzofuran,6-ethenyl-4,5,6,7-tetrahydro-3,6-dymethyl-5-isoprophenyl*)

Fragmentasi senyawa Trans-benzofuran,6-etenil 1-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isopropenil ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.13 Profil GC-MS Senyawa Trans-benzofuran,6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isopropenil

Fragmentasi senyawa Trans-benzofuran,6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isopropenil ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.21 Fragmentasi Senyawa Trans-benzofuran,6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isopropenil

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
216	C ₁₅ H ₂₀ O	12
201	C ₁₄ H ₁₇ O ⁺	12
187	C ₁₃ H ₁₅ O ⁺	2
173	C ₁₂ H ₁₃ O ⁺	6
159	C ₁₁ H ₁₁ O ⁺	7
148	C ₁₀ H ₁₂ O	32
133	C ₉ H ₉ O ⁺	14
119	C ₈ H ₇ O ⁺	9
108	C ₇ H ₈ O	100
91	C ₇ H ₇ ⁺	19
79	C ₆ H ₇ ⁺	22
63	C ₅ H ₅ ⁺	9
53	C ₄ H ₅ ⁺	10
39	C ₃ H ₃ ⁺	20
27	C ₂ H ₃ ⁺	16
15	CH ₃ ⁺	2

Pola fragmentasi senyawa Trans-benzofuran,6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isopropenil sebagai berikut:

Gambar 4.14 Fragmentasi Senyawa Trans-benzofuran,6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isopropenil

7. Fragmen Senyawa Alfa.Cedrena (*Alpha.Cedrene*)

Fragmentasi senyawa Alfa.Cedrena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.15 Profil GC-MS Senyawa Alfa.Cedrena

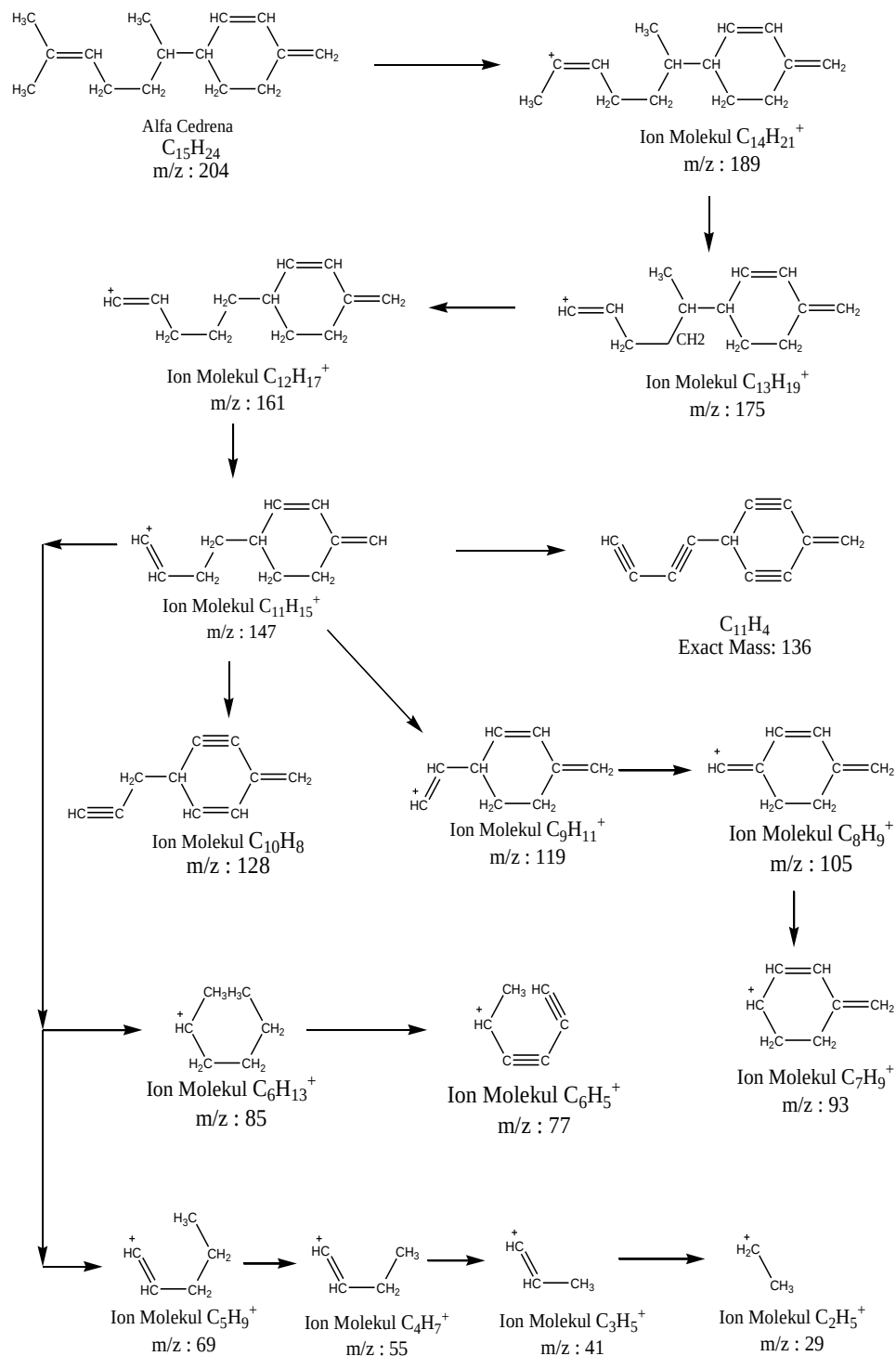
Fragmentasi senyawa Alfa.Cedrena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.22 Fragmentasi Senyawa Alfa.Cedrena

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
204	C ₁₅ H ₂₄	22
189	C ₁₄ H ₂₁ ⁺	4
175	C ₁₃ H ₁₉ ⁺	2
161	C ₁₂ H ₁₇ ⁺	24
147	C ₁₁ H ₁₅ ⁺	12
136	C ₁₁ H ₄	8
128	C ₁₀ H ₈	2
119	C ₉ H ₁₁ ⁺	100
105	C ₈ H ₉ O	30
93	C ₇ H ₉ ⁺	56
85	C ₆ H ₁₃ ⁺	1
77	C ₆ H ₅ ⁺	18

69	$C_5H_9^+$	32
55	$C_4H_7^+$	24
41	$C_3H_5^+$	52
29	$C_2H_5^+$	16

Pola fragmentasi senyawa Alfa.Cedrena sebagai berikut:



Gambar 4.16 Fragmentasi Senyawa Alfa.Cedrena
8. Fragmen Senyawa Beta.-Seskuifelandrena (*beta.-sesquiphelandrene*)

Fragmentasi senyawa Beta.-Seskuifelandrena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

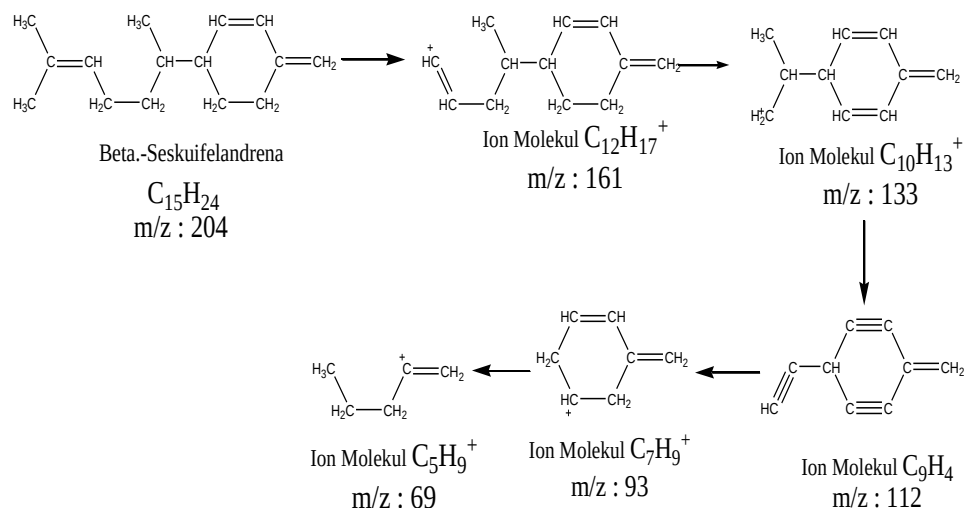
Gambar 4.17 Profil GC-MS Senyawa Beta.-Seskuifelandrena

Fragmentasi senyawa Beta.-Seskuifelandreae ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.23 Tabel Fragmentasi Senyawa Beta.-Seskuifelandrena

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
204	$C_{15}H_{24}$	8
161	$C_{12}H_{17}^+$	22
133	$C_{10}H_{13}^+$	22
112	C_9H_4	4
93	$C_7H_9^+$	44
69	$C_5H_9^+$	100

Pola fragmentasi senyawa Beta.-Seskuifelandrena sebagai berikut:



Gambar 4.18 Fragmentasi Senyawa Beta.-Seskuifelandrena

9. Fragmen Senyawa 1-etenil-2-metil-1 (E)-siklododekena (*1-ethenyl-2-methyl-1 (E)-cyclododecene*)

Fragmentasi senyawa 1-etenil-2-metil-1(E)-siklododekena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.19 Profil GC-MS Senyawa 1-etenil-2-metil-1 (E)-siklododekena

Fragmentasi senyawa 1-etenil-2-metil-1(E)-siklododekena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

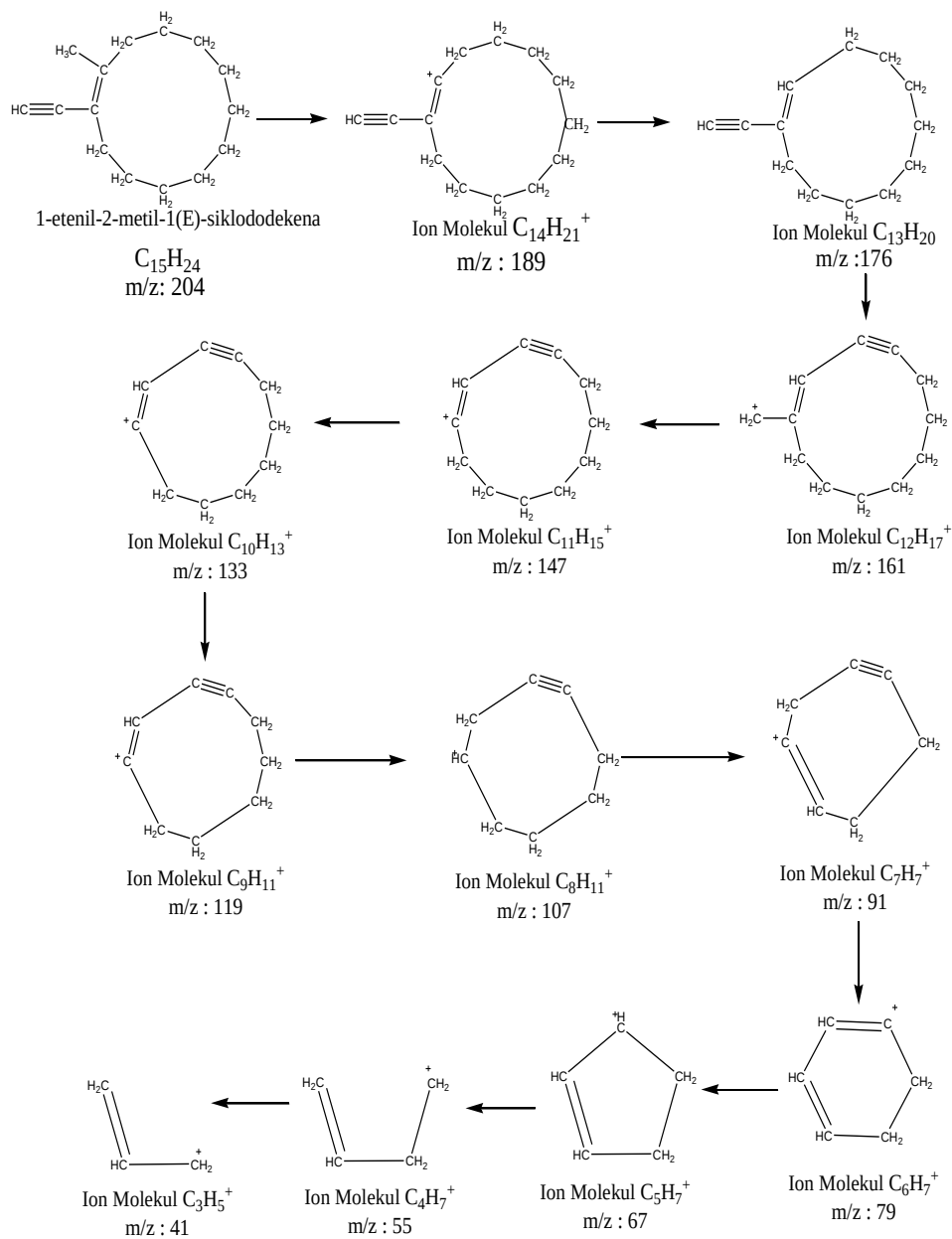
Tabel 4.24 Fragmentasi Senyawa 1-etenil-2-metil-1 (E)-siklododekena

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
204	$C_{15}H_{24}$	58
189	$C_{14}H_{21}^{+}$	20
176	$C_{13}H_{20}$	6
161	$C_{12}H_{17}^{+}$	16
147	$C_{11}H_{15}^{+}$	30

133	$C_{10}H_{13}^+$	32
119	$C_9H_{11}^+$	34
107	$C_8H_{11}^+$	54
91	$C_7H_7^+$	100
79	$C_6H_7^+$	68
67	$C_5H_7^+$	64
55	$C_4H_5^+$	42
41	$C_3H_5^+$	46

Pola fragmentasi senyawa 1-etenil-2-metil-1(E)-siklododekena

sebagai berikut:



Gambar 4.20 Fragmentasi Senyawa 1-etenil-2-metil-1 (E) siklododekena

10. Fragmen Senyawa 3-metilena-1,6-heptadiena (3-methylene-1,6-heptadiene)

Fragmentasi senyawa 3-metilena-1,6-heptadiena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

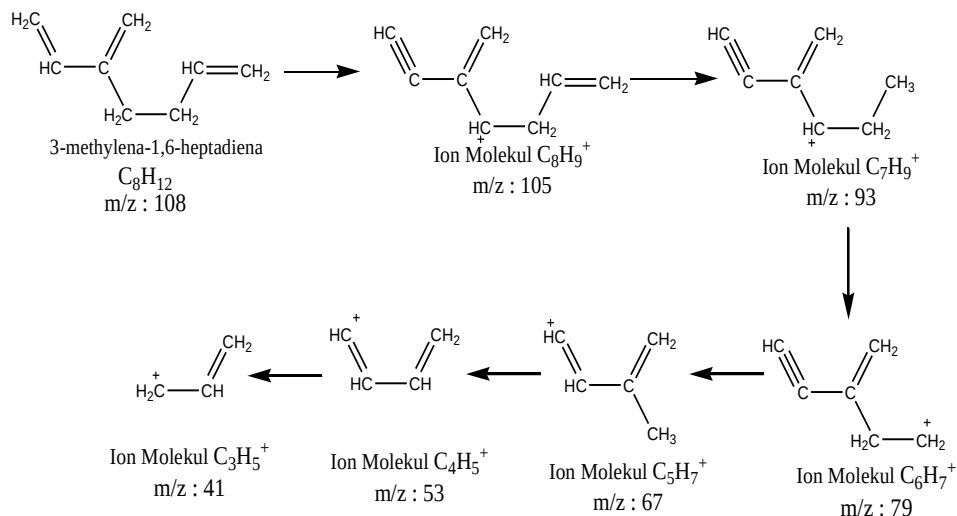
Gambar 4.21 Profil GC-MS Senyawa 3-metilena-1,6-heptadiena

Fragmentasi senyawa 3-metilena-1,6-heptadiena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.25 Fragmentasi Senyawa 3-metilena-1,6-heptadiena

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
105	$C_8H_9^+$	7
93	$C_7H_9^+$	70
79	$C_6H_7^+$	100
67	$C_5H_7^+$	44
53	$C_4H_5^+$	18
41	$C_3H_5^+$	76

Pola fragmentasi senyawa 3-methylena-1,6-heptadiena sebagai berikut:



Gambar 4.22 Fragmentasi Senyawa 3-metilena-1,6-heptadiena

11. Fragmen Senyawa 1-etil-3-metil-benzena (*1-ethyl-3-methyl-benzene*)

Fragmentasi senyawa 1-etil-3-metil-benzena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

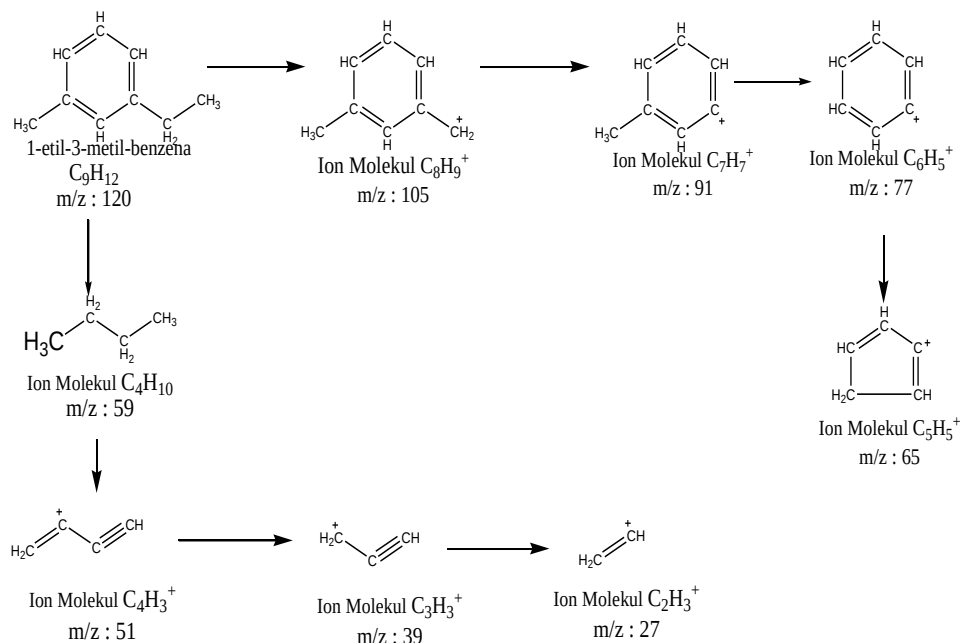
Gambar 4.23 Profil GC-MS Senyawa 1-etil-3-metil-benzena

Fragmentasi senyawa 1-etil-3-metil-benzena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.26 Fragmentasi Senyawa 1-etil-3-metil-benzena

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
120	C ₉ H ₁₂	34
105	C ₈ H ₉ ⁺	100
91	C ₇ H ₇ ⁺	12
77	C ₆ H ₅ ⁺	12
65	C ₅ H ₅ ⁺	6
59	C ₄ H ₁₀	2
51	C ₄ H ₃ ⁺	7
39	C ₃ H ₃ ⁺	9
27	C ₂ H ₃ ⁺	6

Pola fragmentasi senyawa 1-etil-3-metil-benzena sebagai berikut:



Gambar 4.24 Fragmentasi Senyawa 1-etil-3-metil-benzena

12. Fragmen Senyawa 2-etil-1-metil benzena (1-methylethylbenzene)

Fragmentasi senyawa 2-etil-1-metil benzena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.25 Profil GC-MS Senyawa 2-etil-1-metil benzena

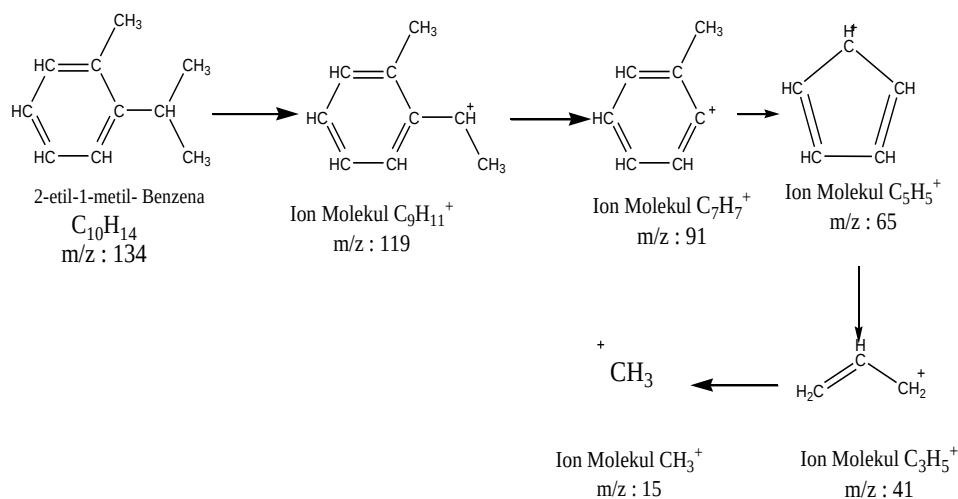
Fragmentasi senyawa 2-etil-1-metil benzena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.27 Fragmentasi Senyawa 2-etil-1-metil benzena

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
134	$C_{10}H_{14}$	28
119	$C_9H_{11}^+$	100
91	$C_7H_7^+$	22
65	$C_5H_5^+$	8

41	$C_3H_5^+$	8
15	CH_3^+	1

Pola fragmentasi senyawa 2-etil-1-metil- Benzena sebagai berikut:



Gambar 4.26 Fragmentasi Senyawa 2-etil-1-metil benzena

13. Fragmen Senyawa Beta.-elemenona (*Beta elemenone*)

Fragmentasi senyawa Beta.-elemenona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.27 Profil GC-MS Senyawa Beta.-elemenona

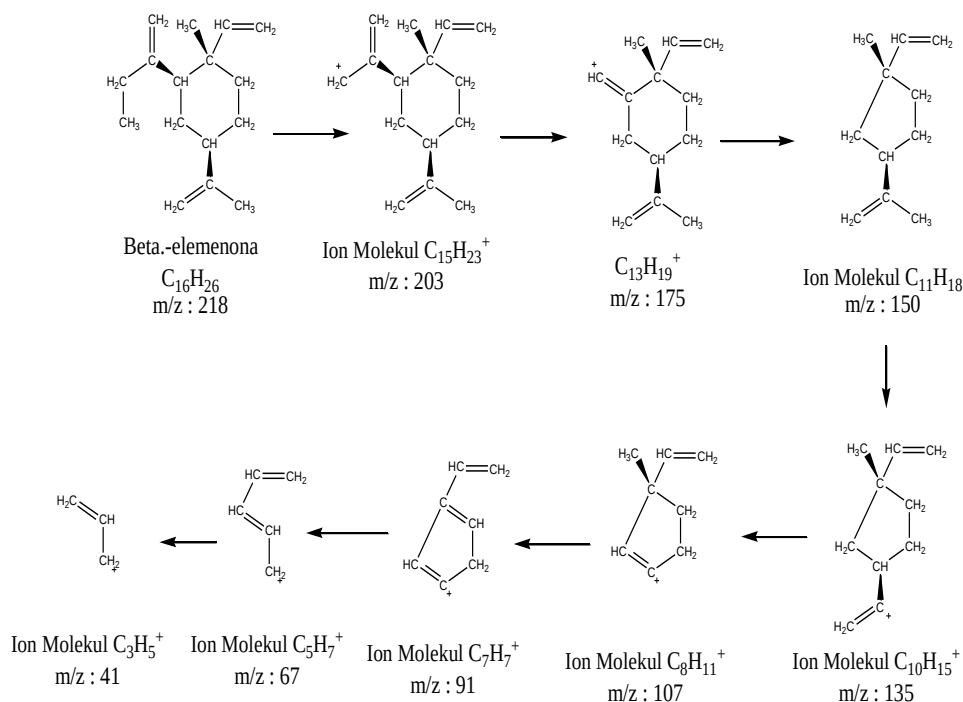
Fragmentasi senyawa Beta.-elemenona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.28 Fragmentasi Senyawa Beta.-elemenona

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
218	$C_{16}H_{26}$	8
203	$C_{15}H_{23}^+$	6

175	$C_{13}H_{19}^+$	8
150	$C_{13}H_7^+$	26
135	$C_{11}H_{18}^+$	88
107	$C_8H_{11}^+$	100
91	$C_7H_7^+$	32
67	$C_5H_7^+$	49
41	$C_3H_5^+$	64

Pola fragmentasi senyawa Beta.-elemenona sebagai berikut:



Gambar 4.28 Fragmentasi Senyawa beta.-elemenona

14. Fragmen Senyawa Cis-.alfa.-8-kopaenol (*cis alpha kopaena-8-ol*)

Fragmentasi senyawa Cis-.alfa.-8-kopaenol ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

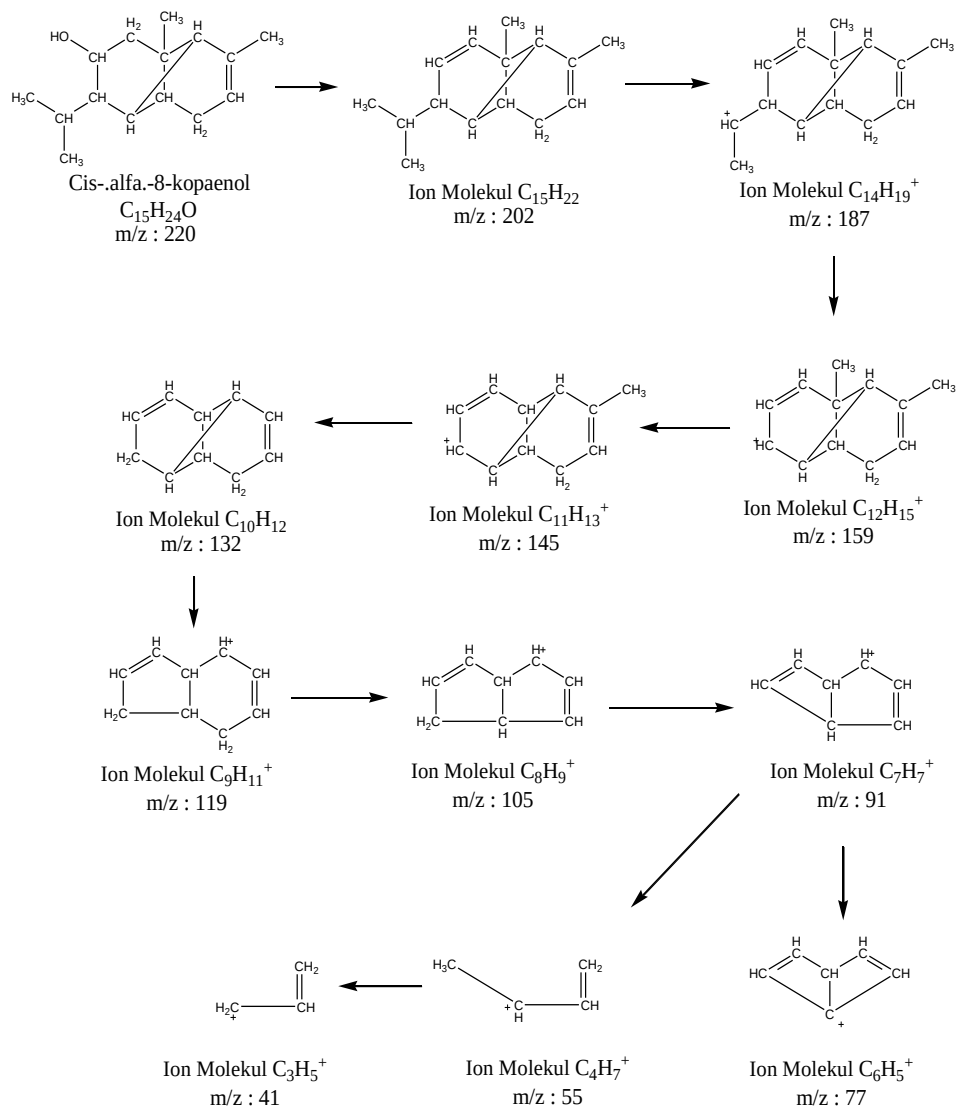
Gambar 4.29 Profil GC-MS Senyawa Cis-.alfa.-8-kopaenol

Fragmentasi senyawa Cis-.alfa.-8-kopaenol ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.29 Fragmentasi Senyawa Cis-.alfa.-8-kopaenol

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
220	C ₁₅ H ₂₄ O	1
202	C ₁₅ H ₂₂	10
187	C ₁₄ H ₁₉ ⁺	6
159	C ₁₂ H ₁₅ ⁺	86
145	C ₁₁ H ₁₃ ⁺	60
132	C ₁₀ H ₁₂	36
119	C ₉ H ₁₁ ⁺	100
105	C ₈ H ₉ ⁺	50
91	C ₇ H ₇ ⁺	34
77	C ₆ H ₅ ⁺	18
55	C ₄ H ₇ ⁺	16
41	C ₃ H ₅ ⁺	24

Pola fragmentasi senyawa Cis-.alfa.-8-kopaenol sebagai berikut:



Gambar 4.30 Fragmentasi Senyawa Cis-.alfa.-8-kopaenol

15. Fragmen Senyawa Beta.-bisabolena (*Beta bisabolene*)

Fragmentasi senyawa Beta.-bisabolena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

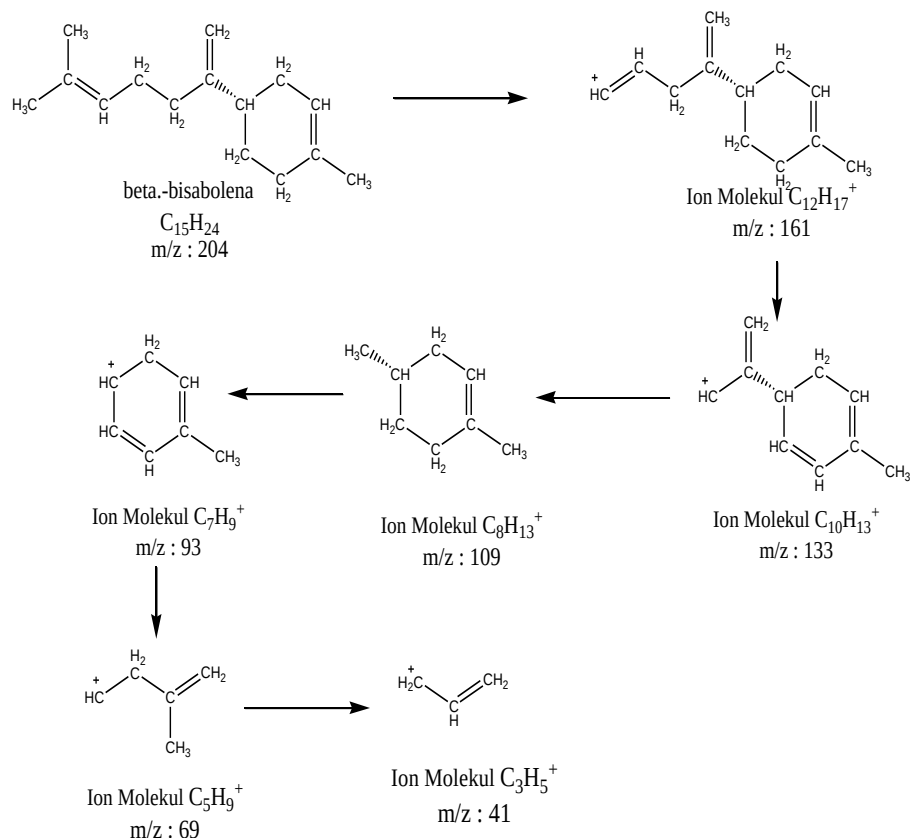
Gambar 4.31 Profil GC-MS Senyawa Beta.-bisabolena

Fragmentasi senyawa Beta.-bisabolena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.30 Fragmentasi Senyawa Beta.-bisabolena

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
204	$C_{15}H_{24}$	10
161	$C_{12}H_{17}^+$	10
133	$C_{10}H_{13}^+$	8
109	$C_8H_{13}^+$	16
93	$C_7H_9^+$	58
69	$C_5H_9^+$	70
41	$C_3H_5^+$	100

Pola fragmentasi senyawa beta.-bisabolena sebagai berikut:



Gambar 4.32 Fragmentasi Senyawa Beta.-bisabolena

16. Fragmen Senyawa 1-metilena-2-vinilsiklopentana (*1-methylene-2-vinylcyclopentane*)

Fragmentasi senyawa 1-metilena-2-vinilsiklopentana ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

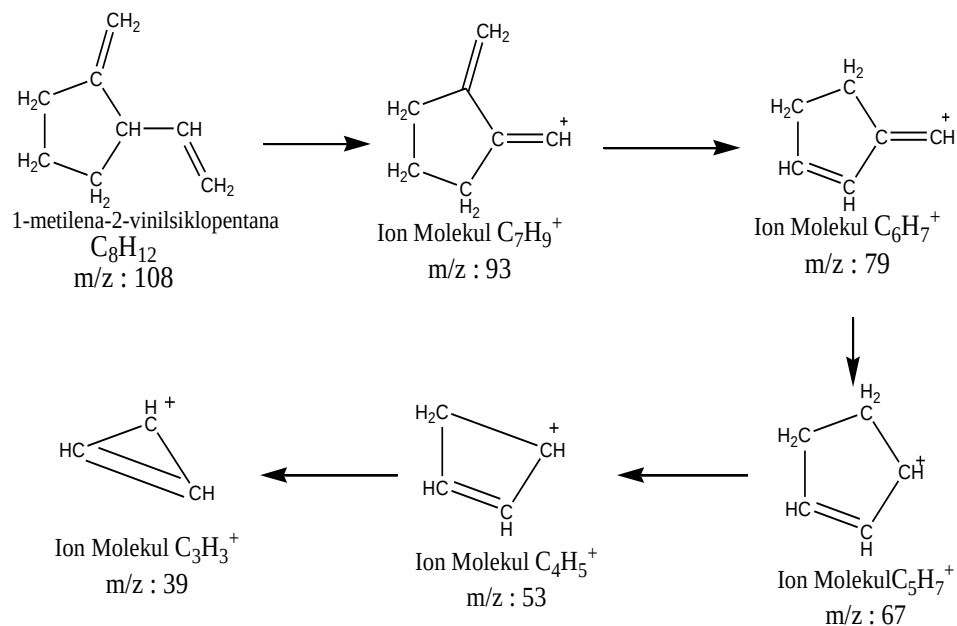
Gambar 4.33 Profil GC-MS Senyawa 1-metilena-2-vinilsiklopentana

Fragmentasi senyawa 1-metilena-2-vinilsiklopentana ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.31 Fragmentasi Senyawa 1-metilena-2-vinilsiklopentana

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
108	C ₈ H ₁₂	24
93	C ₇ H ₉ ⁺	100
79	C ₆ H ₇ ⁺	82
67	C ₅ H ₇ ⁺	24
53	C ₄ H ₅ ⁺	14
39	C ₃ H ₃ ⁺	34

Pola fragmentasi senyawa 1-metilena-2-vinilsiklopentana sebagai berikut:



Gambar 4.34 Fragmentasi Senyawa 1-metilena-2-vinilsiklopentana

17. Fragmen Senyawa Ar.-tumerona (*Ar tumerone*)

Fragmentasi senyawa Ar.-tumerona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.35 Profil GC-MS Senyawa Ar.-tumerona

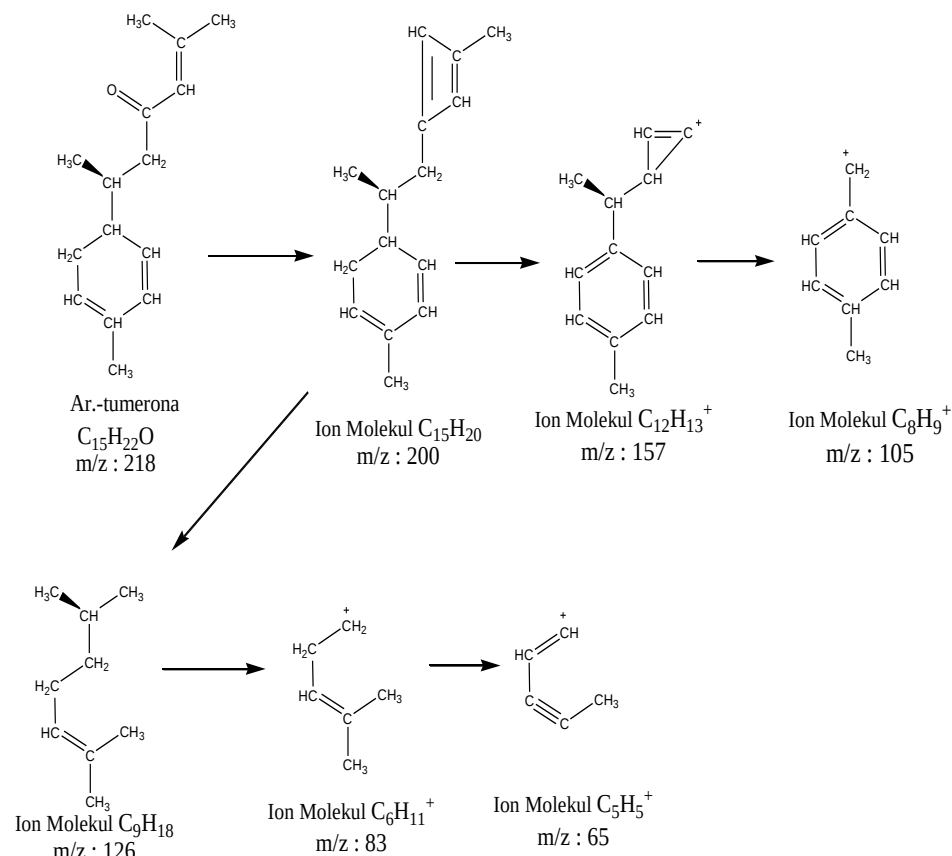
Fragmentasi senyawa Ar.-tumerona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.32 Fragmentasi Senyawa Ar.-tumerona

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
218	C ₁₅ H ₂₂ O	2
200	C ₁₅ H ₂₂	2
157	C ₁₂ H ₁₃ ⁺	2
126	C ₉ H ₁₈	4
105	C ₈ H ₉ ⁺	76

83	$C_6H_{11}^+$	100
65	$C_5H_5^+$	8

Pola fragmentasi senyawa Ar.-tumerona sebagai berikut:



Gambar 4.36 Fragmentasi Senyawa Ar.-tumerona

18. Fragmen Senyawa Alfa tumerona (*Alpha tumerone*)

Fragmentasi senyawa Alfa tumerona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

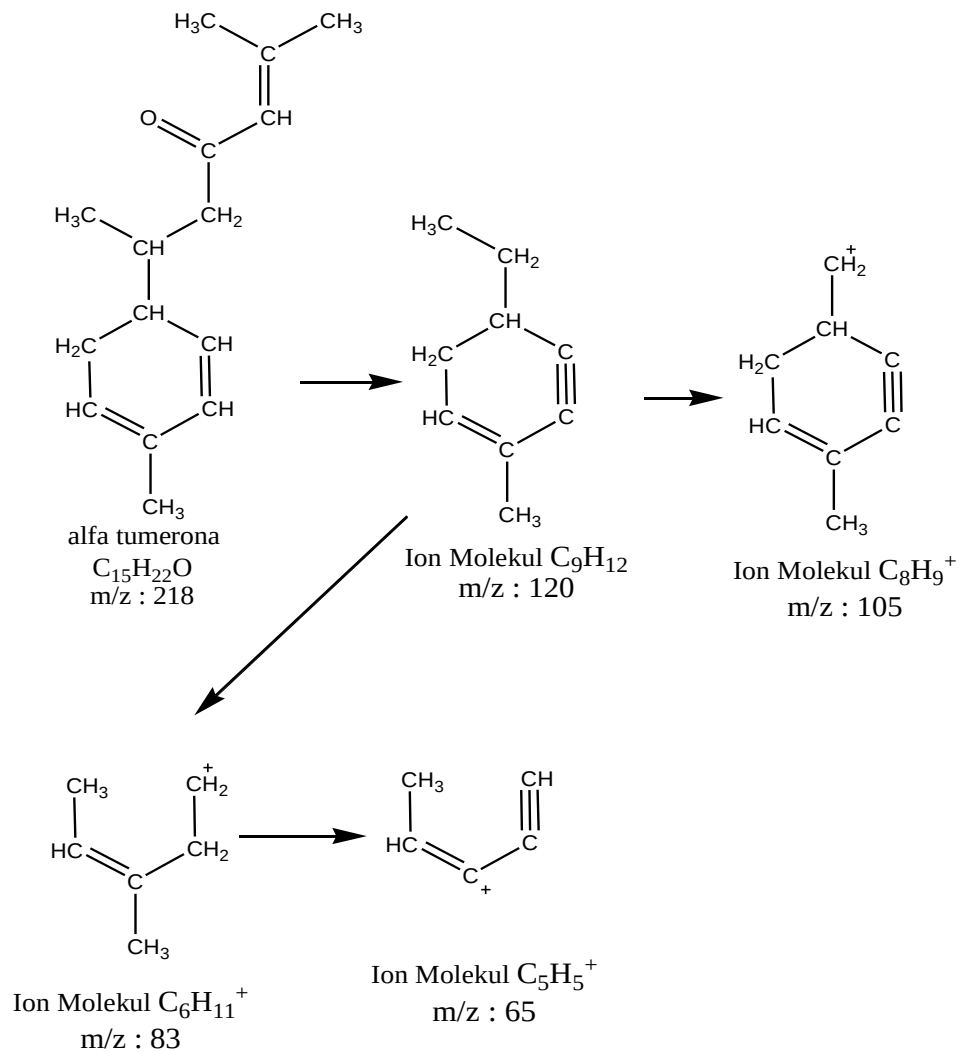
Gambar 4.37 Profil GC-MS Senyawa Alfa tumerona

Fragmentasi senyawa alfa tumerona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.33 Fragmentasi Senyawa Alfa tumerona

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
218	$C_{10}H_{22}O$	2
120	C_9H_{12}	100
105	$C_8H_9^+$	20
83	$C_6H_{11}^+$	48
65	$C_5H_5^+$	5

pola fragmentasi senyawa Alfa tumerona sebagai berikut:



Gambar 4.38 Fragmentasi Senyawa Alfa tumerona

19. Fragmen Senyawa Valerenol

Fragmentasi senyawa valerenol ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

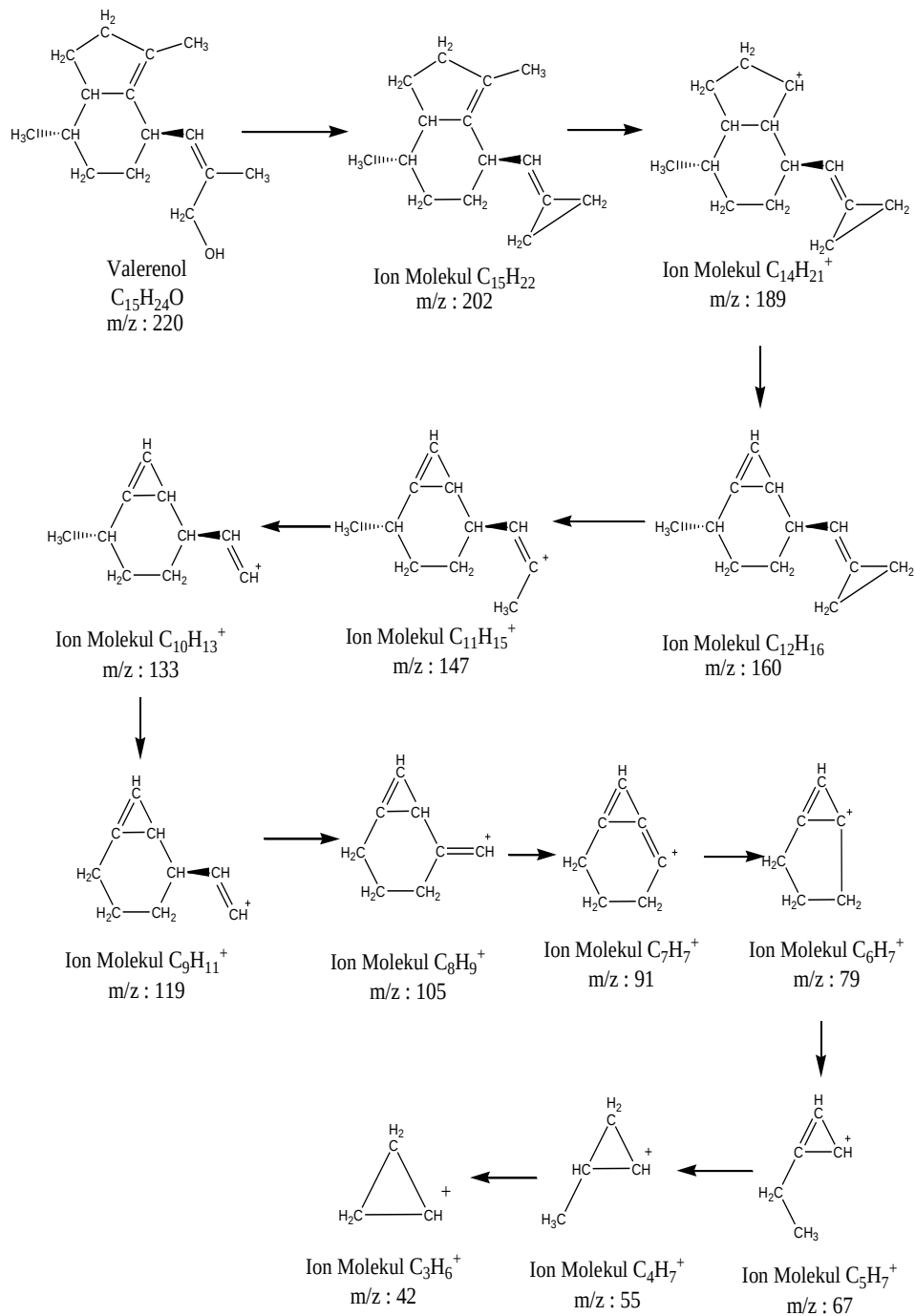
Gambar 4.39 Profil GC-MS Senyawa Valerenol

Fragmentasi senyawa Valerenol ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.34 Fragmentasi Senyawa Valerenol

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
220	C ₁₅ H ₂₄ O	66
202	C ₁₅ H ₂₂	12
189	C ₁₄ H ₂₁ ⁺	86
160	C ₁₂ H ₁₆	28
147	C ₁₁ H ₁₅ ⁺	58
133	C ₁₀ H ₁₃ ⁺	46
119	C ₉ H ₁₁ ⁺	62
105	C ₈ H ₉ ⁺	96
91	C ₇ H ₇ ⁺	100
79	C ₆ H ₇ ⁺	66
67	C ₅ H ₇ ⁺	28
55	C ₄ H ₇ ⁺	66
41	C ₃ H ₆ ⁺	78

Pola fragmentasi senyawa valerenol sebagai berikut:



Gambar 4.40 Fragmentasi Senyawa valerenol

20. Fragmen Senyawa (6S,1'R)-6-(1',5'-dimetilheks-4'-enil)3-metilsikloheks-2-enona

Fragmentasi senyawa (6S,1'R)-6-(1',5'-dimetilheks-4'-enil)3-metilsikloheks-2-enona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

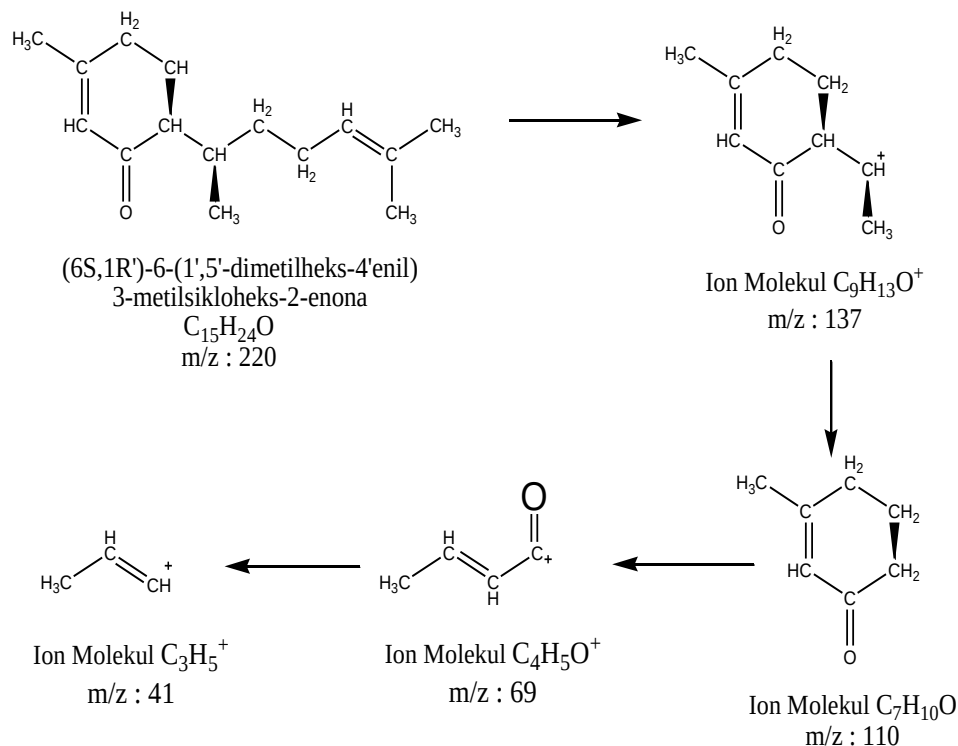
Gambar 4.41 Profil GC-MS Senyawa (6S,1'R)-6-(1',5'-dimetilheks-4'-enil)3-metilsikloheks-2-enona

Fragmentasi senyawa (6S,1R')-6-(1',5'-dimetilheks-4'enil)3-metilsikloheks-2-enona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.35 Fragmentasi Senyawa (6S,1'R)-6-(1',5'-dimetilheks-4'-enil)3-metilsikloheks-2-enona

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
220	C ₁₅ H ₂₄ O	22
137	C ₉ H ₁₃ O ⁺	100
110	C ₇ H ₁₀ O	58
69	C ₄ H ₅ O ⁺	32
41	C ₃ H ₅ ⁺	82

Pola fragmentasi senyawa (6S,1R')-6-(1',5'-dimetilheks-4'enil)3-metilsikloheks-2-enona sebagai berikut:



Gambar 4.42 Fragmentasi Senyawa (6S,1R)-6-(1',5'-dimetilheks-4'-enil)3-metilsikloheks-2-enona

21. Fragmen Senyawa Gamma terpinen

Fragmentasi senyawa Gamma terpinen ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.43 Profil GC-MS Senyawa Gamma terpinen

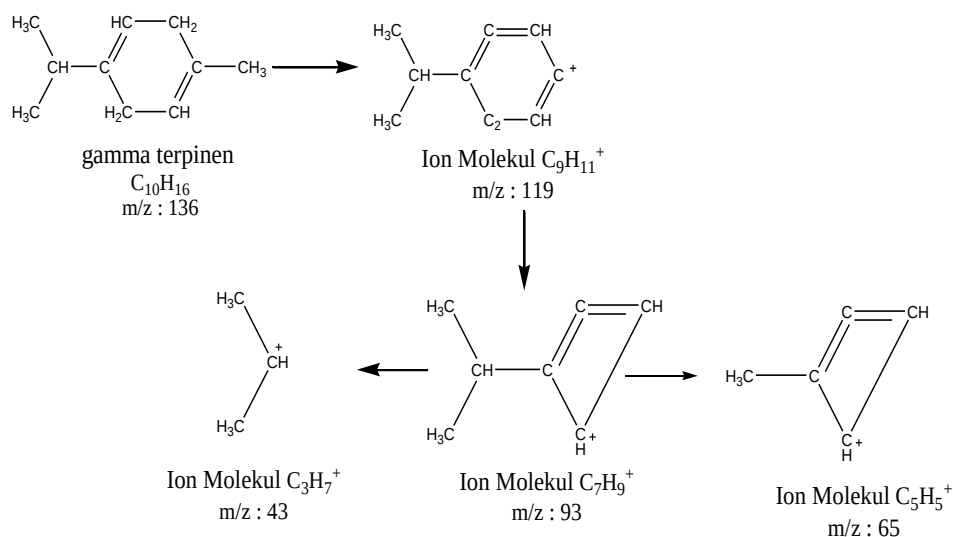
Fragmentasi senyawa gamma terpinen ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.36 Fragmentasi Senyawa Gamma terpinen

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
136	$C_{10}H_{16}$	28

119	$C_9H_{11}^+$	8
93	$C_7H_9^+$	100
65	$C_5H_5^+$	12
43	$C_3H_7^+$	38

Pola fragmentasi gamma terpinen sebagai berikut:



Gambar 4.44 Fragmentasi Senyawa Gamma terpinen

22. Fragmen Senyawa 1-isopropenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil)siklopentana (*1-isopropenyl-3,3-dimethyl-5-(3-methyl-1-oxo-2-butenyl)cyclopentane*)

Fragmentasi senyawa 1-isopropenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil)siklopentana ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

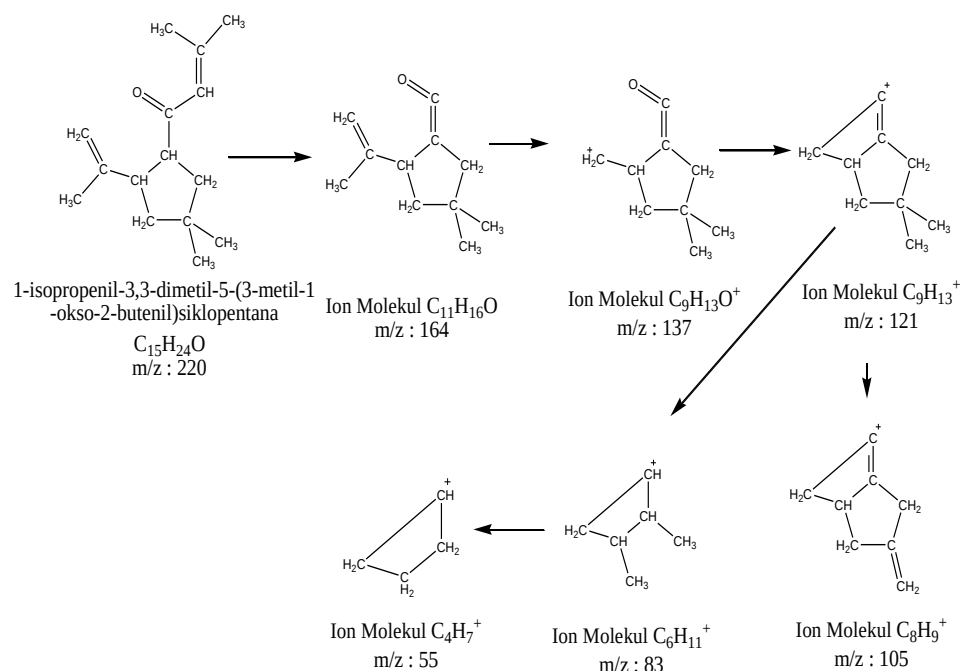
Gambar 4.45 Profil GC-MS Senyawa 1-isopropenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil)siklopentana

Fragmentasi senyawa 1-isopropenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil)siklopentana ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.37 Fragmentasi Senyawa 1-isopropenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil)siklopentana

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
220	$C_{15}H_{24}O$	2
164	$C_{11}H_{16}O$	2
137	$C_9H_{13}O^+$	8
121	$C_9H_{13}^+$	4
105	$C_8H_9^+$	2
83	$C_6H_{11}^+$	100
55	$C_4H_7^+$	12

Pola fragmentasi senyawa 1-isopropenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil)siklopentana sebagai berikut:



Gambar 4.46 Fragmentasi Senyawa 1-isopropenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil)siklopentana

23. Fragmen Senyawa 2-metil-4-dimetil(fenil)sililpen-2-ena (2-methyl-4-dimethyl(phenyl)silylpent-2-ene)

Fragmentasi senyawa 2-metil-4-dimetil (fenil) silipen-2-ena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

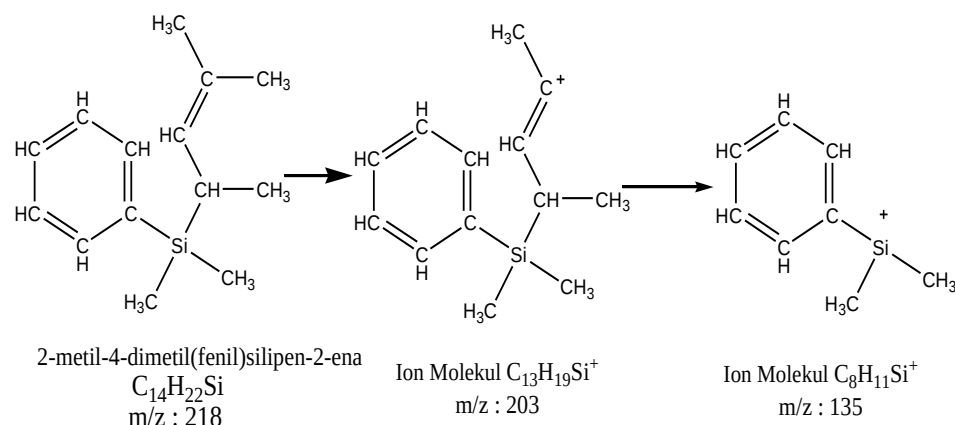
Gambar 4.47 Profil GC-MS Senyawa 2-methyl-4-dimetil (fenil) silipen-2-ena

Fragmentasi senyawa 2-metil-4-dimetil(fenil)silipen-2-ena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.38 Fragmentasi Senyawa 2-metil-4 dimetil (fenyl) silipen-2-ena

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
218	$C_{14}H_{22}Si$	12
203	$C_{13}H_{19}Si^+$	10
135	$C_8H_{11}Si^+$	100

Pola fragmentasi senyawa 2-metil-4-dimetil(fenil)silipen-2-ena sebagai berikut:



Gambar 4.48 Fragmentasi Senyawa 2-metil-4-dimetil(fenil)silipen-2-ena

24. Fragmen Senyawa Beta.-atlantona (*beta atlantone*)

Fragmentasi senyawa beta.-atlantona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

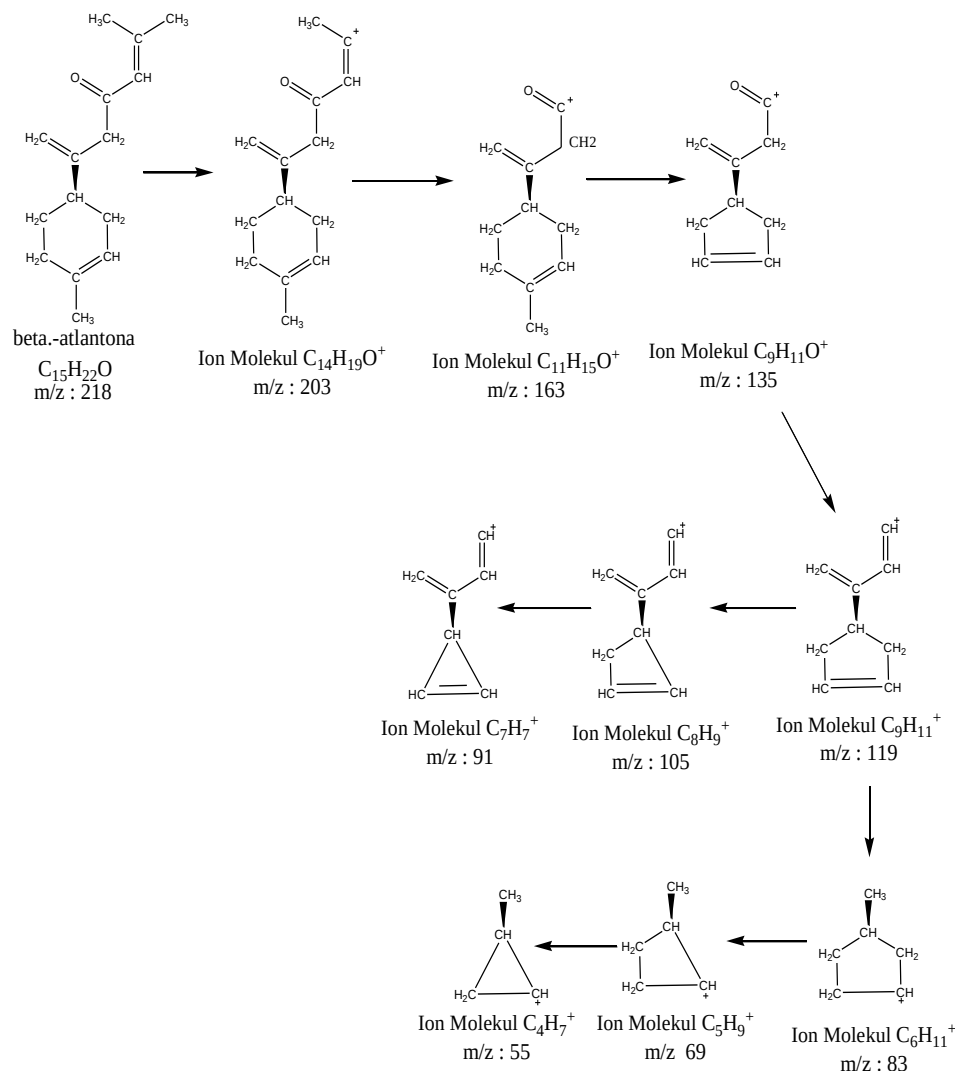
Gambar 4.49 Profil GC-MS Senyawa Beta.-atlantona

Fragmentasi senyawa Beta.-atlantona ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.39 Fragmentasi Senyawa Beta.-atlantona

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
218	$C_{15}H_{22}O$	1
203	$C_{14}H_{19}O^+$	1
163	$C_{11}H_{15}O^+$	4
135	$C_9H_{11}O^+$	4
119	$C_9H_{11}^+$	8
105	$C_8H_9^+$	4
91	$C_7H_7^+$	6
83	$C_6H_{11}^+$	100
69	$C_5H_9^+$	10
55	$C_4H_7^+$	40

Pola fragmentasi senyawa beta.-atlantona sebagai berikut:



Gambar 4.50 Fragmentasi Senyawa Beta.-atlantona

25. Fragmen Senyawa 2-metil-5-(2-sikloheksilet)piridin (*2-methyl-5-(2-cyclohexylethyl)pyridine*)

Fragmentasi senyawa 2-metil-5-(2-sikloheksilet)piridin ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

Gambar 4.51 Profil GC-MS Senyawa 2-metil-5-(2sikloheksilet)

piridin

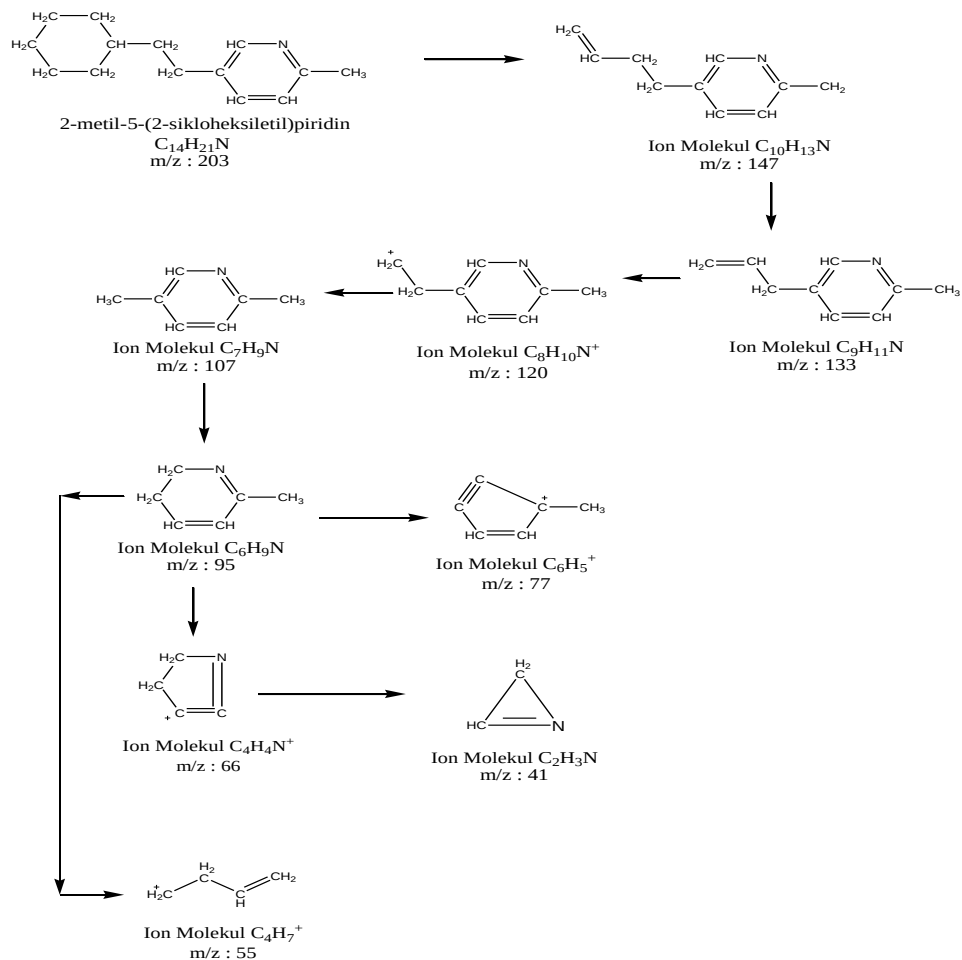
Fragmentasi senyawa 2-metil-5-(2-sikloheksilet)piridin ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.40 Fragmentasi Senyawa 2-metil-5-(2-sikloheksilet)piridin

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
203	C ₁₄ H ₂₁ N	28
147	C ₁₀ H ₁₃ N	4
133	C ₉ H ₁₁ N	4
120	C ₈ H ₁₀ N ⁺	24
107	C ₇ H ₉ N	100
95	C ₆ H ₉ N	18
77	C ₆ H ₅ ⁺	24
66	C ₄ H ₄ N ⁺	4
55	C ₄ H ₇ ⁺	36
41	C ₂ H ₃ N	20

Pola fragmentasi senyawa 2-metil-5-(2-sikloheksilet)piridin

sebagai berikut:



Gambar 4.52 Fragmentasi Senyawa 2-metil-5-(2-sikloheksiletil)piridin

26. Fragmen Senyawa 1-metil-1-(3-fenilpropil)oksi-1-silasiklopentana (*1-methyl-1-(3-phenylpropyl)oxi-1-silacyclopentane*)

Fragmentasi senyawa 1-metil-1-(3-fenilpropil) oksi-1-silasiklopentana ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

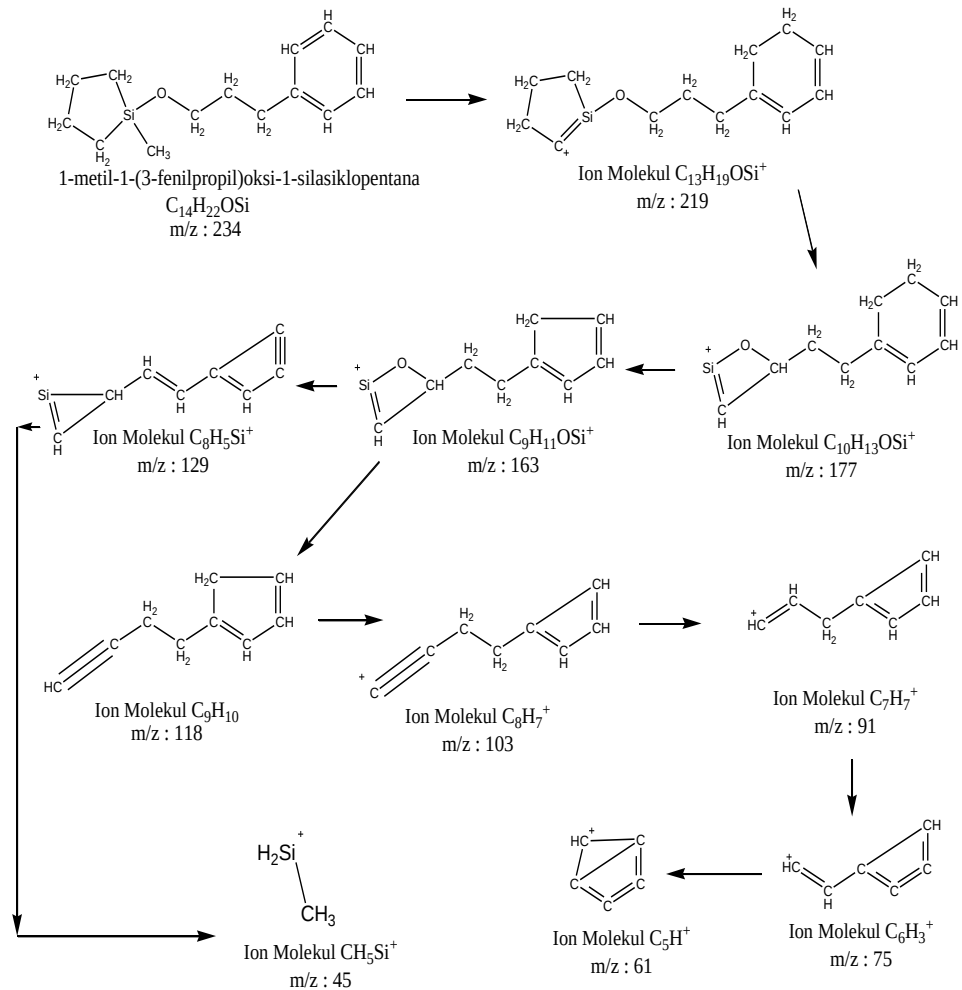
Gambar 4.53 Profil GC-MS Senyawa 1-metil-1-(3-fenilpropil)oksi-1-silasiklopentana

Fragmentasi senyawa 1-metil-1-(3-fenilpropil)oksi-1-silasiklopentana ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.41 Fragmentasi Senyawa 1-metil-1-(3-fenilpropil)oksi-1-silasiklopentana

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
219	$C_{13}H_{19}OSi^+$	2
177	$C_{10}H_{13}OSi^+$	4
163	$C_9H_{11}OSi^+$	6
129	$C_8H_5Si^+$	3
118	C_9H_{10}	100
103	$C_8H_7^+$	3
91	$C_7H_7^+$	28
75	$C_6H_3^+$	3
61	C_5H^+	10
45	CH_5Si^+	14

Pola fragmentasi senyawa 1-metil-1-(3-fenilpropil)oksi-1-silasiklopentana sebagai berikut:



Gambar 4.54 Fragmentasi Senyawa 1-metil-1-(3-fenilpropil)oksi-1 silasiklopentana

27. Fragmen Senyawa Asam *n*-heksadenoat (*n*-hexadenoic acid)

Fragmentasi senyawa asam *n*-heksadenoat ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

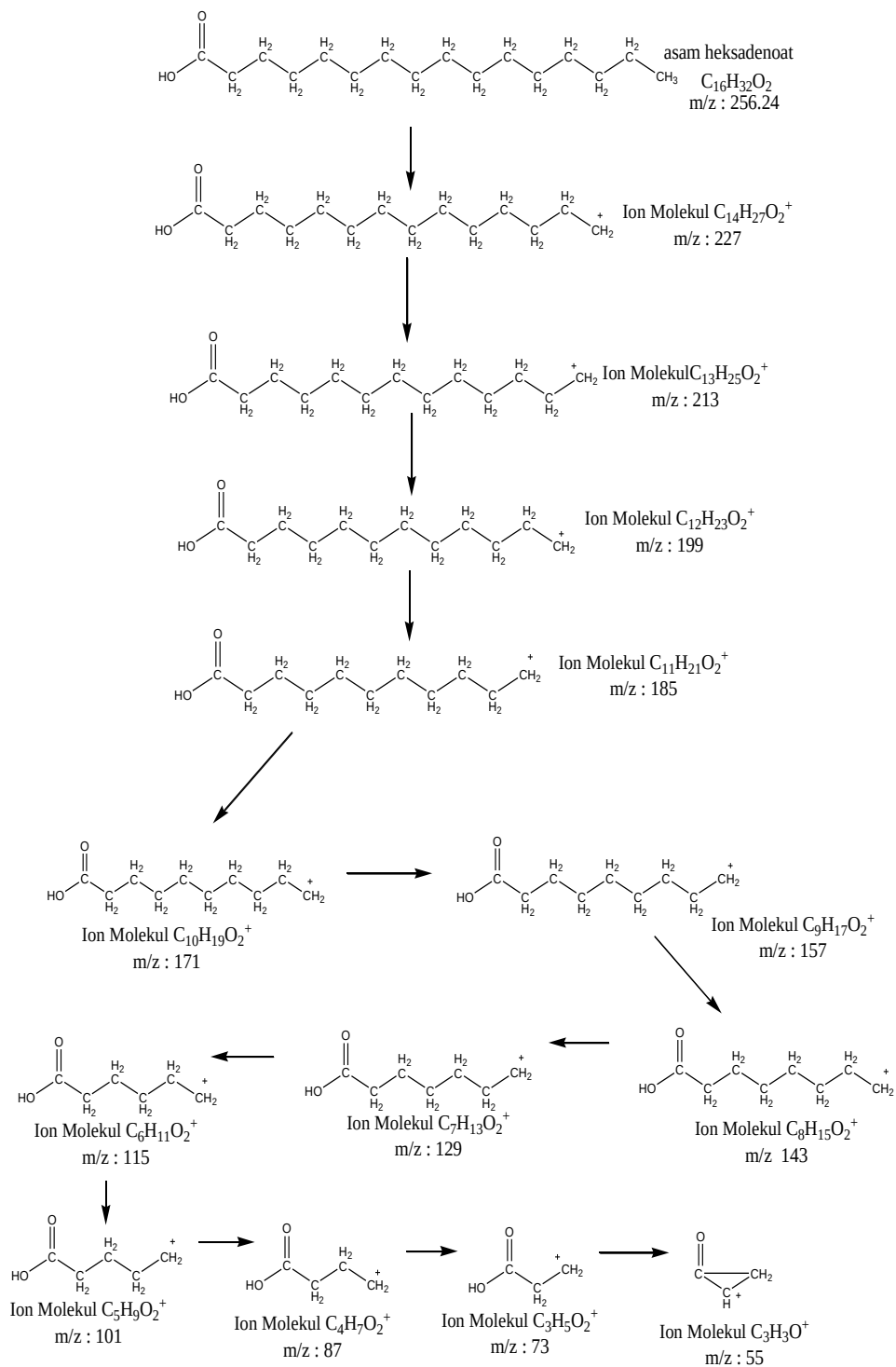
Gambar 4.55 Profil GC-MS Senyawa Asam *n*-heksadenoat

Fragmentasi senyawa asam n-heksadenoik ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.42 Fragmentasi Senyawa Asam *n*-heksadenoat

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
256	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	74
227	C ₁₄ H ₂₇ O ₂ ⁺	12
213	C ₁₃ H ₂₅ O ₂ ⁺	42
199	C ₁₂ H ₂₃ O ₂ ⁺	26
185	C ₁₁ H ₂₁ O ₂ ⁺	28
171	C ₁₀ H ₁₉ O ₂ ⁺	32
157	C ₉ H ₁₇ O ₂ ⁺	32
143	C ₈ H ₁₅ O ₂ ⁺	16
129	C ₇ H ₁₃ O ₂ ⁺	74
115	C ₆ H ₁₁ O ₂ ⁺	24
101	C ₅ H ₉ O ₂ ⁺	14
87	C ₄ H ₇ O ₂ ⁺	30
73	C ₃ H ₅ O ₂ ⁺	100
55	C ₃ H ₃ O ⁺	64

Pola fragmentasi senyawa asam *n*-heksadenoat sebagai berikut:



Gambar 4.56 Fragmentasi Senyawa Asam *n*-heksadenoat
28. Fragmen Senyawa Etilnitrimetil-silan (*ethynyltrimethyl-silane*)

Fragmentasi senyawa Etiniltrimetil-silan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

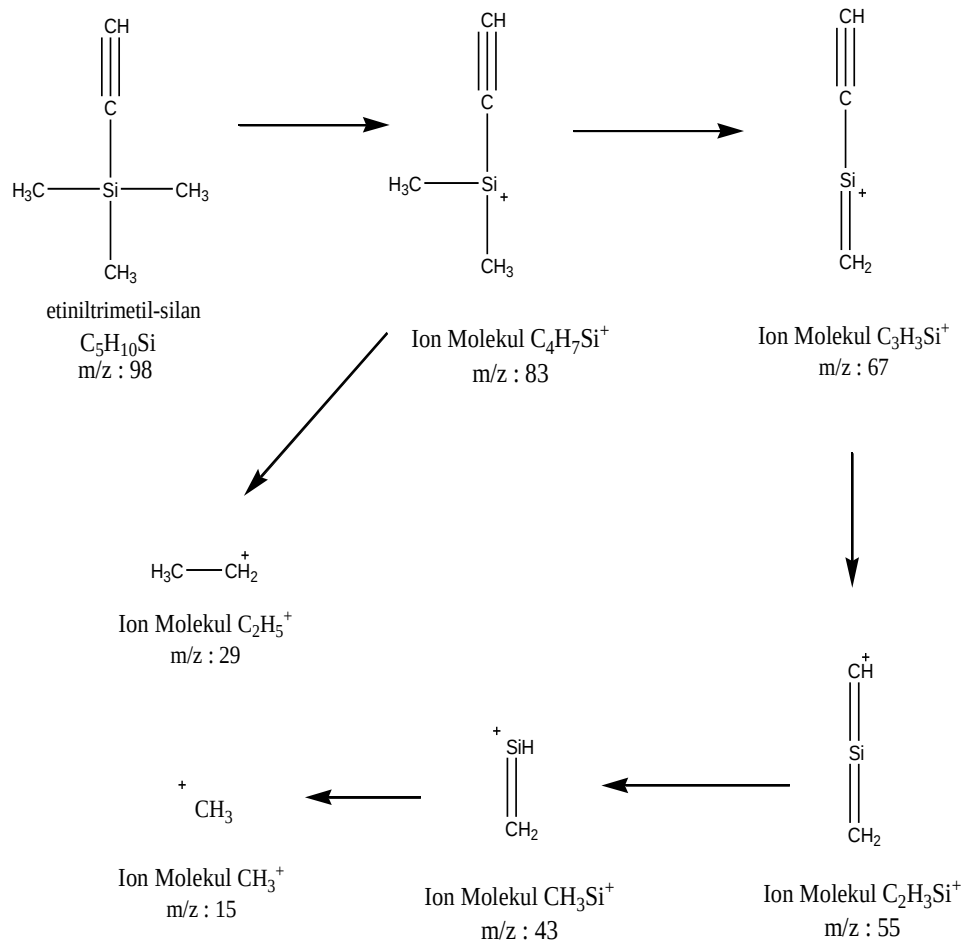
Gambar 4.57 Profil GC-MS Senyawa Etiniltrimetil-silan

Fragmentasi senyawa Etiniltrimetil-silan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.43 Fragmentasi Senyawa Etiniltrimetil-silan

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
98	C ₅ H ₁₀ Si	10
83	C ₄ H ₇ Si ⁺	100
67	C ₃ H ₃ Si ⁺	10
55	C ₂ H ₃ Si ⁺	13
43	CH ₃ Si ⁺	24
29	CH ₃ ⁺	5
15	C ₂ H ₅ ⁺	6

Pola fragmentasi senyawa etiniltrimetil-silan sebagai berikut:



Gambar 4.58 Fragmentasi Senyawa Etinyltrimetil-silan

29. Fragmen Senyawa Asam Linoleat (*linoleic acid*)

Fragmentasi senyawa asam linoleat ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

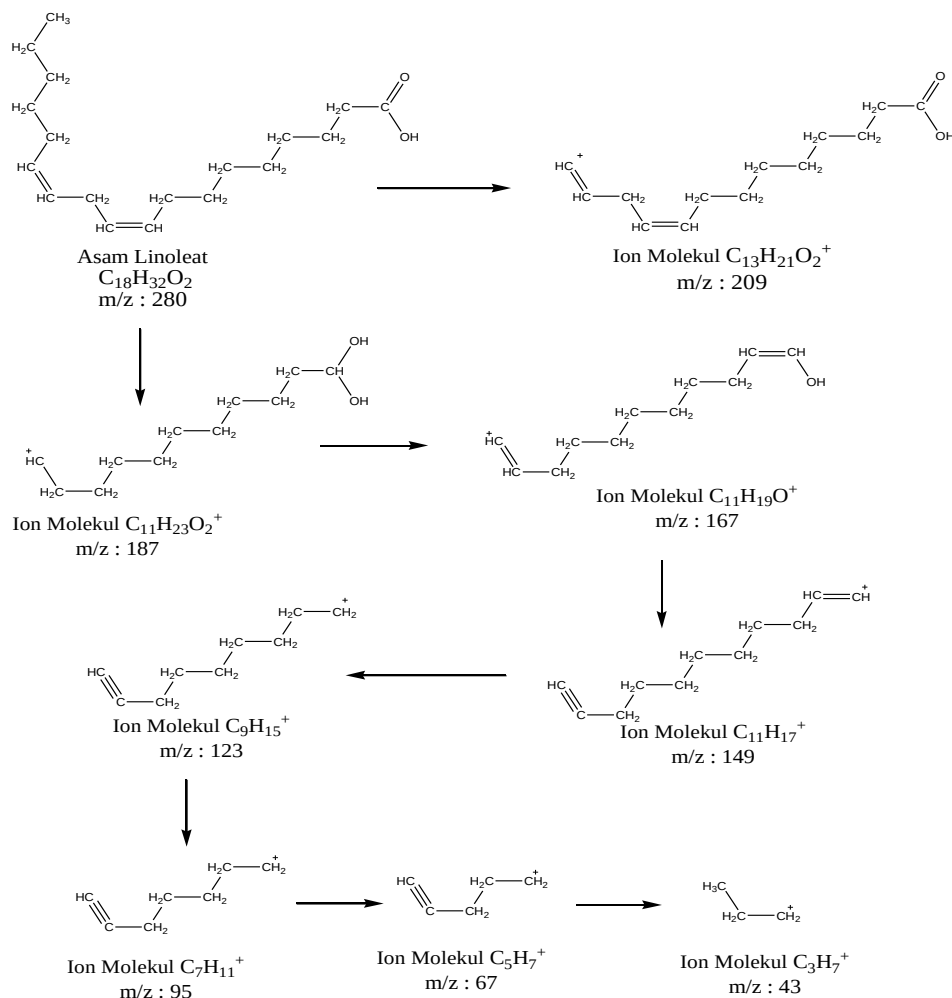
Gambar 4.59 Profil GC-MS Senyawa Asam Linoleat

Fragmentasi senyawa Asam Linoleat ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.44 Fragmentasi Senyawa Asam Linoleat

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
280	$C_{18}H_{32}O_2$	8
209	$C_{13}H_{21}O_2^+$	2
187	$C_{11}H_{23}O_2^+$	1
167	$C_{11}H_{19}O^+$	2
149	$C_{11}H_{17}^+$	4
123	$C_9H_{15}^+$	8
95	$C_7H_{11}^+$	52
67	$C_5H_7^+$	100
43	$C_3H_9^+$	15

Pola fragmentasi senyawa Asam Linoleat sebagai berikut:



Gambar 4.60 Fragmentasi Senyawa Asam Linoleat
30. Fragmentasi Senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat (*ethyl-2-(2-methyl-1-hexenyl)indole-3-carboxylate*)

Fragmentasi senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

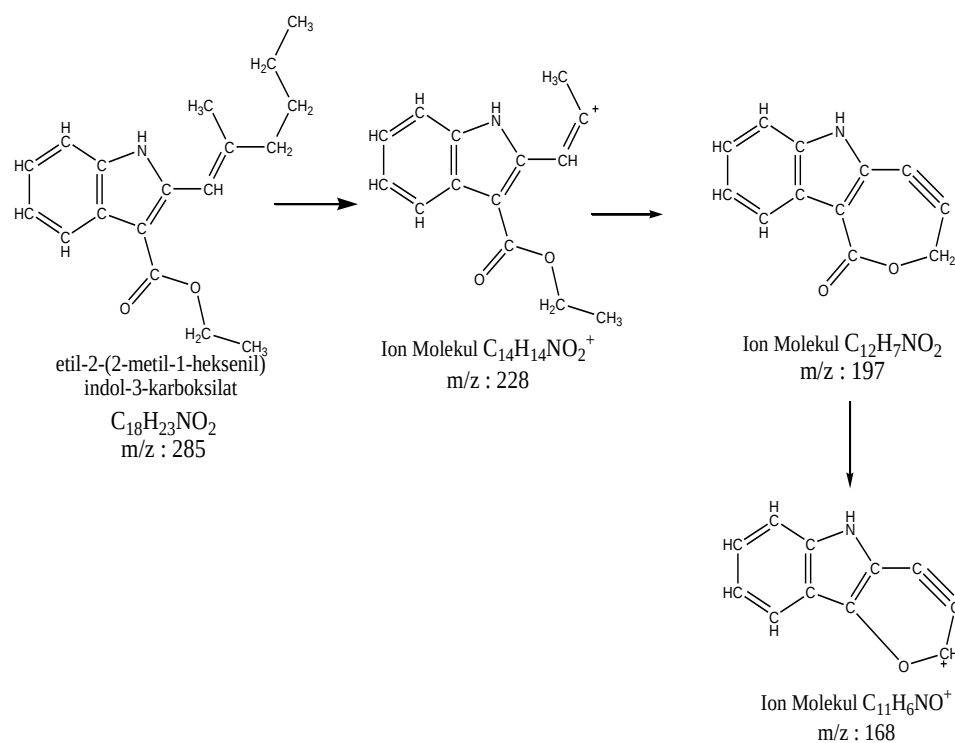
Gambar 4.61 Profil GC-MS Senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat

Fragmentasi senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil) indol-3-karboksilat ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.45 Fragmentasi Senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
285	$C_{18}H_{23}NO_2$	100
228	$C_{14}H_{14}NO_2^+$	48
197	$C_{12}H_7NO_2$	72
168	$C_{11}H_6NO^+$	100

Pola fragmentasi senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat sebagai berikut:



Gambar 4.62 Fragmentasi Senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-Karboksilat

31. Fragmen Senyawa Stigmasterol

Fragmentasi senyawa Stigmasterol ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh spektra fragmen ion molekul sebagai berikut:

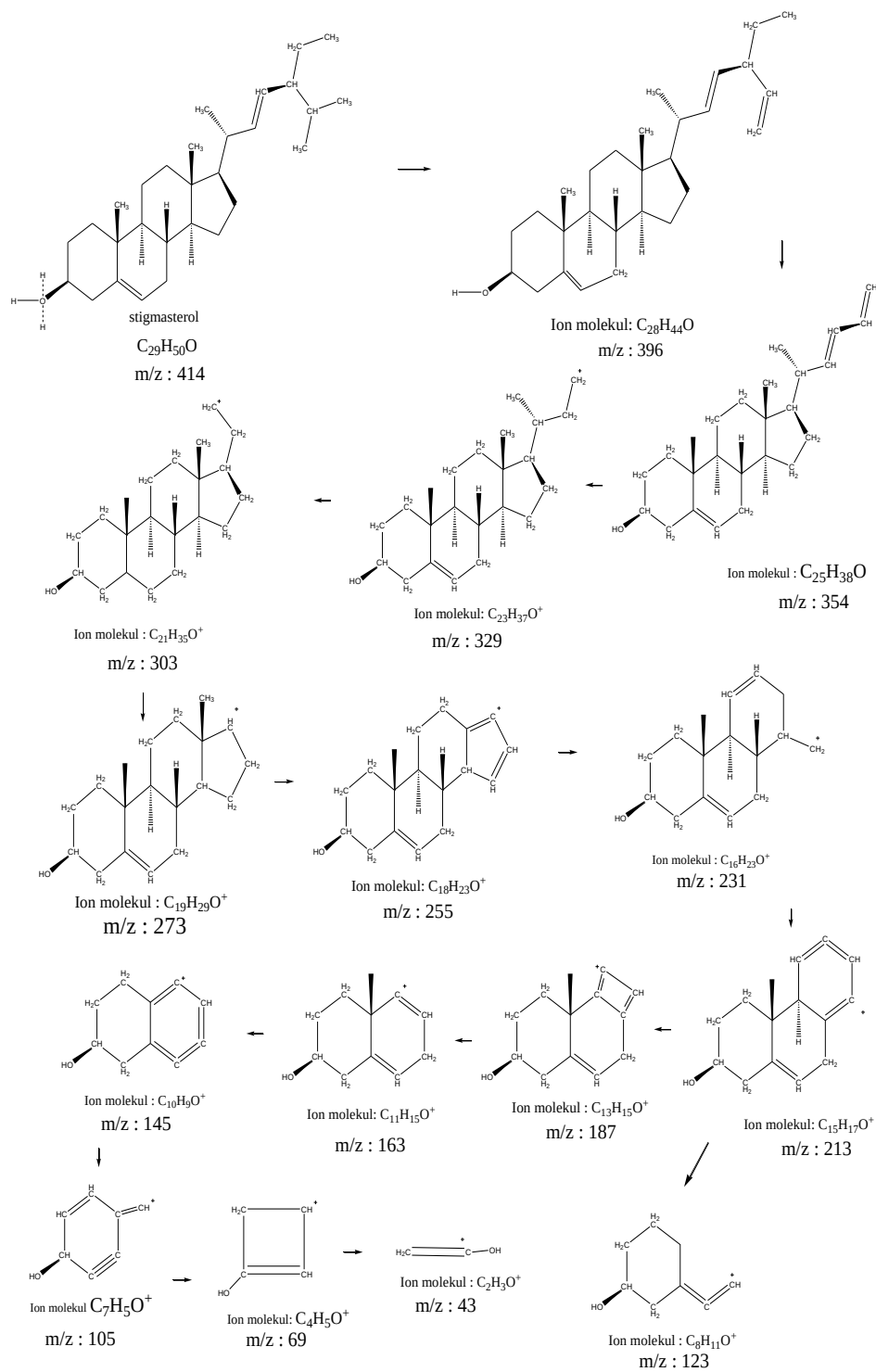
Gambar 4.63 Profil GC-MS Senyawa Stigmasterol

Fragmentasi senyawa Stigmasterol ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diperoleh ion molekul sebagai berikut:

Tabel 4.46 Fragmentasi Senyawa Stigmasterol

m/z	Fragmen	Kelimpahan (%)
414	29H ₅₀ O	25
396	C ₂₈ H ₄₄ O	6
354	C ₂₅ H ₃₈ O	1
329	C ₂₃ H ₃₇ O ⁺	6
303	C ₂₁ H ₃₃ O ⁺	6
273	C ₁₉ H ₂₉ O ⁺	2
255	C ₁₈ H ₂₃ O ⁺	2
231	C ₁₆ H ₂₁ O ⁺	1
213	C ₁₅ H ₁₇ O ⁺	5
187	C ₁₃ H ₁₅ O ⁺	1
163	C ₁₁ H ₁₃ O ⁺	2
145	C ₁₀ H ₉ O ⁺	10
123	C ₈ H ₁₁ O ⁺	2
105	C ₇ H ₅ O ⁺	14
69	C ₄ H ₅ O ⁺	15
43	C ₂ H ₃ O ⁺	100

Pola fragmentasi senyawa Stigmasterol sebagai berikut:



Gambar 4.64 Fragmentasi Senyawa Stigmasterol

4.1.9 Uji Aktifitas Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

4.1.9.1 Uji Aktifitas Secara In Vivo Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil uji ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak secara *in vivo* terhadap pasien penyakit *Hepatitis B* diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.47 Hasil Uji Aktifitas Secara In Vivo Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Dosis Ekstrak (mL) 3x1 Hari	Lama Terapi	Kadar Tetra Value Normal	Kadar Tetra Value Setelah Terapi			
			20-09-2018 (Tes Awal)	27-09-2018	04-10-2018	11-10-2018
10 mL	3 minggu	0,13	20,13	19,86	19,13	19,06

Hasil analisis uji aktifitas secara *in vivo* menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki kemampuan menurunkan kadar *tetra value* pasien penyakit *Hepatitis B*.

4.2 Pembahasan

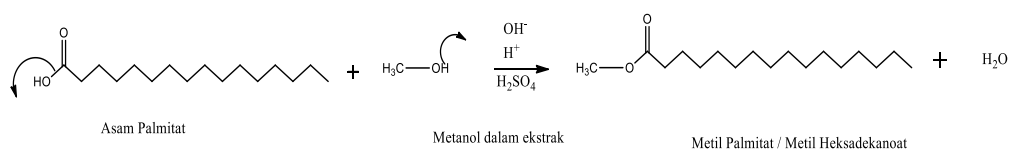
4.2.1 Ekstraksi Sampel Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Pembuatan ekstrak menggunakan serbuk halus kombinasi dari kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dengan pelarut metanol p.a. Tujuan menggunakan serbuk halus atau simplisia ialah agar memudahkan pelarut untuk menyerap masuk dalam simplisia sehingga peluang menarik senyawa dalam simplisia semakin besar. Teknik ekstraksi yang digunakan ialah Maserasi. Massa simplisia yang digunakan pada proses ekstraksi 400 gr.

Maserasi dilakukan selama 3 hari, dan volume metanol yang dipakai 800 mL untuk setiap harinya. Jadi, volume metanol yang digunakan selama proses ekstraksi ekstraksi 2400 mL. Volume filtrat hasil maserasi 1600 mL dan massa ekstrak murni setelah dievaporasi 46 gram dengan persen rendamen ekstrak 11,5%. Persentase rendamen menunjukkan setiap gram ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak menghasilkan ekstrak sebanyak 11,5 gram dalam 400 gram.

4.2.2 Uji Pelarut Metanol Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil uji pelarut metanol, tidak terciumnya aroma wangi setelah ditambahkan minyak goreng dan asam sulfat. Aroma wangi yang dimaksud adalah senyawa ester. Hal ini menunjukkan ekstrak tidak mengandung alkohol hasil reaksi antara metanol yang terdapat dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dengan asam palmitat dalam minyak goreng. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gambara 4.65 Reaksi Antara Minyak Goreng dan Metanol

Reaksi antara asam palmitat dalam minyak goreng dan metanol dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak menggunakan katalis asam sulfat merupakan reaksi esterifikasi. Pada senyawa asam palmitat, adanya perbedaan keelektronegatifan antara atom C dan O,

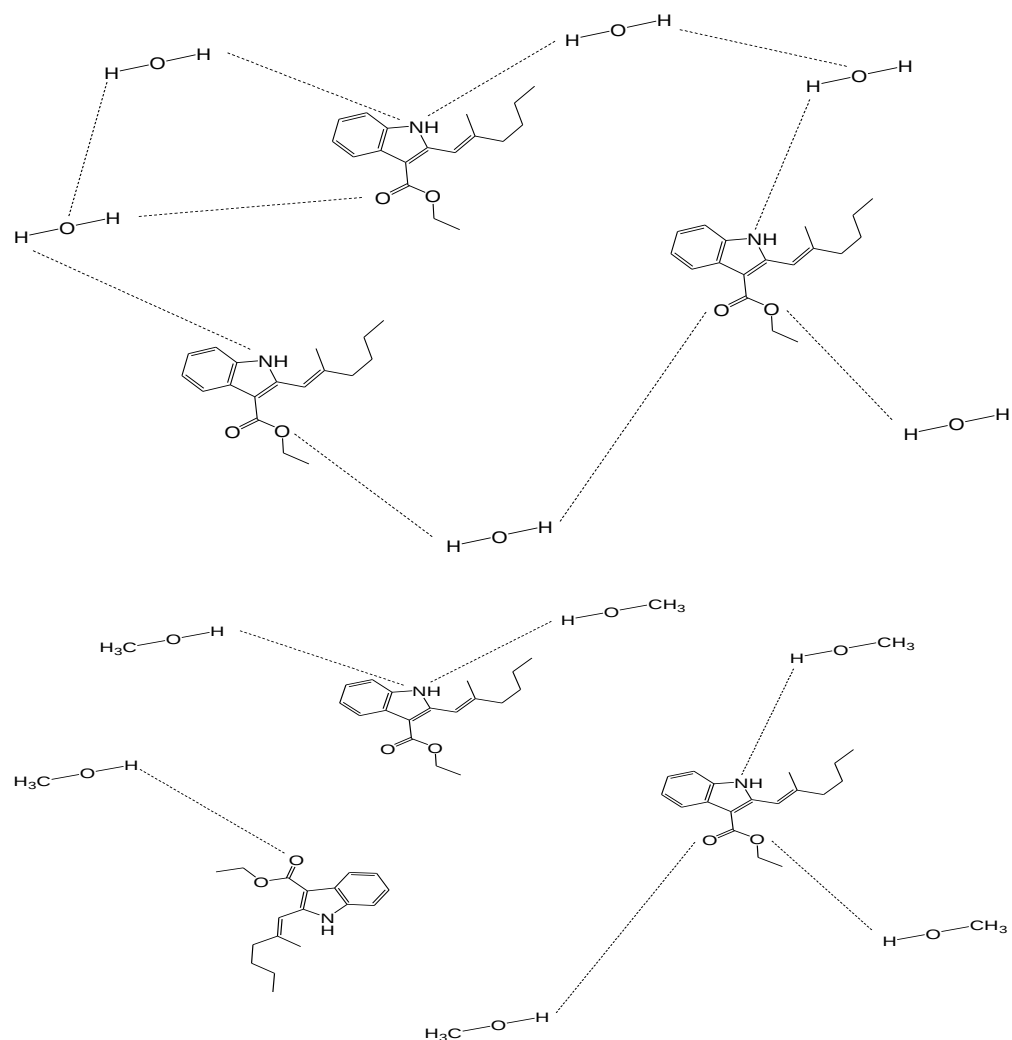
dimana O lebih elektronegatif daripada C menyebabkan elektron cenderung tertarik ke O. keadaan tersebut mengakibatkan ikatan antara atom C dan O tidak stabil dan putus menjadi ion C^+ dan OH^- . Pada pelarut metanol adanya perbedaan keelektronegatifan antara atom O dan H, dimana O lebih elektronegatif dari H menyebabkan elektron cenderung tertarik ke O. keadaan tersebut membuat ikatan antara O dan H menjadi tidak stabil dan putus menjadi ion O^- dan H^+ . ion O^- pada metanol akan berikatan dengan atom C^+ pada asam palmitat membentuk senyawa metil palmitat, sedangkan ion H^+ berikatan dengan OH^- membentuk H_2O sebagai hasil samping.

4.2.3 Sifat Fisikokimia Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

4.2.3.1 Kelarutan Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil uji kelarutan menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak larut dalam pelarut polar yakni metanol dan aquadest tetapi pada aquades butuh waktu yg lama. Sedangkan dalam pelarut semipolar yaitu kloroform dan dalam pelarut nonpolar yaitu dietileter dan *n*-heksana ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan rimpang temulawak tidak larut. Hal ini menunjukan dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak mengandung senyawa polar sehingga bisa larut dalam pelarut polar dan sukar larut dalam pelarut semipolar dan nonpolar. Kelarutan senyawa berhubungan dengan pembentukan ikatan hidrogen. Semakin banyak ikatan hidrogen, maka

kelarutan senyawa semakin besar. Ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki banyak gugus aktif yang membentuk ikatan hidrogen. Secara molekular kelarutan pelarut polar dengan senyawa dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dapat dilihat pada gambar berikut:



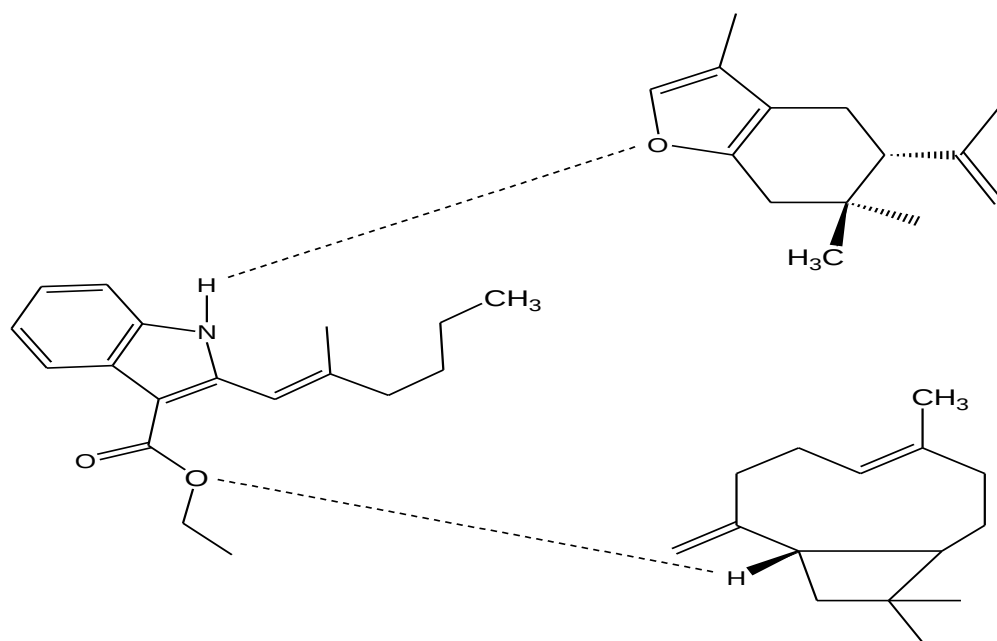
Gambar 4.66 Kelarutan Senyawa Etil-2-(2-Metil-1-Heksenil)Indol-3-Karboksilat dalam Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak dalam Aquadest dan Metanol

Pembentukan ikatan hidrogen antara senyawa polar ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak seperti senyawa Etil-2-(2-Metil-1-Heksenil)Indol-3-Karboksilat dengan pelarut polar seperti aquadest dan metanol terjadi karena adanya ikatan elektron bebas dari atom N dan O pada senyawa Etil-2-(2-Metil-1-Heksenil)Indol-3-Karboksilat yang berelektronegatifan tinggi menghasilkan muatan parsial negatif, sedangkan atom H pada aquadest dan metanol yang elektropositif menghasilkan muatan parsial positif. Atom N dan O yang bermuatan parsial negatif seolah-olah berikatan dengan atom H yang bermuatan parsial positif membentuk ikatan hidrogen. Hal ini menyebabkan senyawa polar dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak seperti senyawa Etil-2-(2-Metil-1-Heksenil)Indol-3-Karboksilat larut dalam pelarut polar seperti aquadest dan metanol.

4.2.3.2 Titik Didih Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak tepat mendidih pada suhu 110°C . Besarnya titik didih suatu zat cair bergantung pada gaya tarik antarmolekul di dalam zat cair dan ikatan hidrogen antarmolekul tersebut (James, 563). Semakin kuat gaya tarik menarik antarmolekul dan gaya tarik ikatan hidrogen maka semakin besar titik didih ekstrak atau semakin kompleks senyawa yang terkandung dalam ekstrak. Hal ini menunjukkan dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga

hutan dan rimpang temulawak memiliki gaya antar molekul dan ikatan hidrogen yang kuat. Secara molekular gaya antar molekul dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.67 Gaya Antar Molekul Senyawa Trans-Kariofilena, Trans-benzofuran,6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isoprofenil, dan etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat dalam Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Pembentukan ikatan hidrogen antar molekul dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak terjadi karena adanya perbedaan keelektronegatifan antara atom-atom dalam senyawa-senyawa seperti Trans-Kariofilena, Trans-benzofuran,6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isoprofenil, dan etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat. Atom-atom yang berelektronegatifan tinggi seperti atom O dari senyawa 6-

etenil-4,5,6,7 -tetrahidro-3, 6-dimetil -5 - isoprofenil, dan etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat akan menghasilkan muatan parsial negatif. Atom O yang bermuatan parsial negatif dari senyawa seolah-olah akan berikatan dengan atom H dari senyawa lain yang bermuatan parsial positif membentuk ikatan hidrogen. Semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk, maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan hidrogen. Hal ini menyebabkan semakin tinggi titik didih dari ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.

4.2.3.3 Massa Jenis Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki massa jenis sebesar 1,02 gr/mL berarti bahwa dalam 1 ml larutan ekstrak kombinasi marungga hutan dan rimpang temulawak terkandung 1,02 gram ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak. Massa jenis mengindikasikan besar kecilnya Mr fragmen ion molekul dan struktur molekul dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak. Massa jenis 1,02 mengindikasikan Mr fragmen ion molekul besar dan juga struktur molekul fragmen ion molekul juga besar.

4.2.3.4 Putar Optik Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil penentuan putar optik menunjukan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dengan konsentrasi 0,041 M

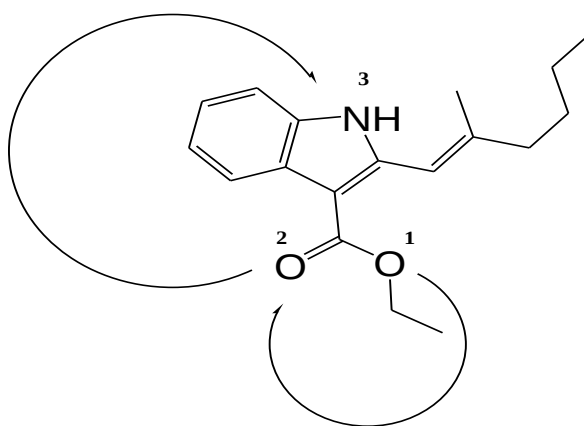
memutar bidang polarisasi ke kanan sebesar $40,10^\circ$, dan diperoleh sudut putar jenis $[\alpha]$ $+40,90$ memberi makna senyawa-senyawa polar dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak seperti senyawa Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat pada konsentrasi $0,041$ M memutar atau mempolarisasi cahaya ke kanan sebesar $40,90^\circ$.

Ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dengan konsentrasi $0,034$ M memutar bidang polarisasi ke kanan sebesar $31,62^\circ$, dan diperoleh sudut putar jenis $[\alpha]$ $+46,5$ memberi makna senyawa-senyawa polar dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak seperti senyawa Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat pada konsentrasi $0,034$ M memutar atau mempolarisasi cahaya ke kanan sebesar $46,5^\circ$.

Ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dengan konsentrasi $0,029$ M memutar bidang polarisasi ke kanan sebesar $9,56^\circ$, dan diperoleh sudut putar jenis $[\alpha]$ $+16,48$ memberi makna senyawa-senyawa polar dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak seperti senyawa Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat pada konsentrasi $0,029$ M memutar atau mempolarisasi cahaya ke kanan sebesar $16,48^\circ$.

Tanda (+) menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak yang merotasi bidang cahaya terpolarisasi ke

arah kanan (*dekstrorotatori*). Hal ini menunjukkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki senyawa kiral. Proyeksi molekul senyawa (+) Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat pada ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak sebagai berikut:



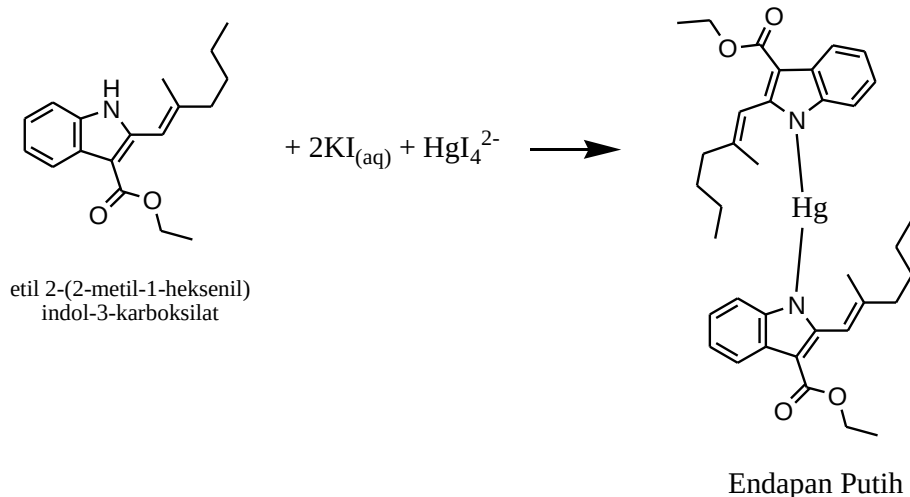
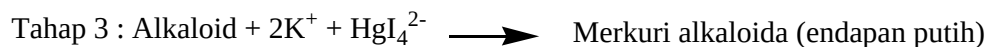
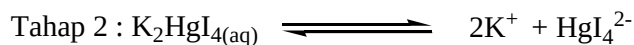
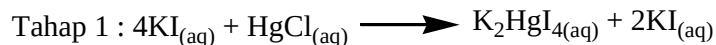
Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat

Gambar 4.68 Proyeksi Molekul Senyawa Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat dalam Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

4.2.4 Uji Fitokimia Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

4.2.4.1 Uji Alkaloid Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

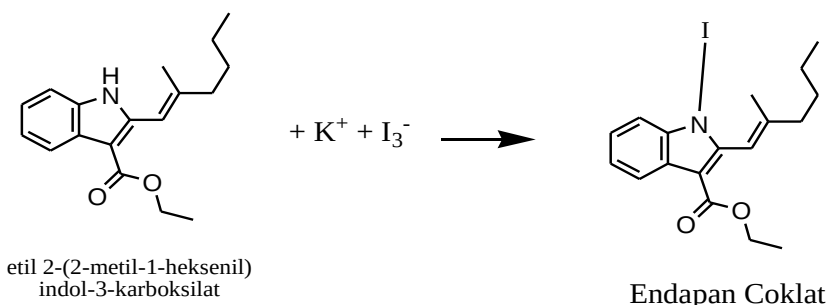
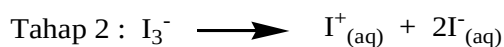
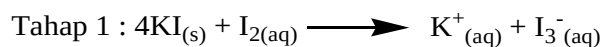
Adanya endapan putih pada analisis dengan reagen Mayer dan Adanya endapan cokelat dan larutannya berwarna cokelat muda pada analisis dengan reagen Wagner menunjukkan adanya kelompok senyawa alkaloid dalam ekstrak kombinasi kulit batang kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak. Secara kimia dapat ditulis sebagai berikut:



Gambar 4.69 Reaksi Positif Alkaloid Dengan Reagen Mayer

Mekanisme reaksi yang terjadi adalah larutan merkuri (II) klorida (HgCl_2) bereaksi dengan kalium iodida menghasilkan endapan merkuri (II) iodida (KI). Jika kalium iodida yang direaksikan secara berlebih maka terbentuk kalium tetraiodomerkurat (II) (K_2HgI_4). Kalium tetraiodomerkurat (II) (K_2HgI_4) mengalami reaksi kesetimbangan dan terurai menjadi ion kalium (K^+) dan ion tetraiodomerkurat (II) (HgI_4^{2-}). Setelah kalium tetraiodomerkurat (II) terurai menjadi ion K^+ dan HgI_4^{2-} , maka kelompok senyawa alkaloid mengandung atom nitrogen yang mempunyai pasangan elektron bebas berikatan dengan Hg (Hg^{2+}) yang terdapat dalam ion HgI_4^{2-} membentuk endapan kompleks merkuri-alkaloida yang berwarna putih.

Secara kimia reaksi pada reagen Wagner sebagai berikut:



Gambar 4.70 Reaksi Positif Alkaloid Dengan Reagen Wagner

Mekanisme reaksi yang terjadi lainnya adalah kalium iodida bereaksi dengan iodum menghasilkan ion kalium (K⁺) dan I₃⁻. Kelompok senyawa alkaloid yaitu Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat, beda keelektronegatifan antara N dan H dimana N lebih elektronegatif dari H sehingga ikatan putus, N menjadi N⁻ dan H terprotonasi menjadi H⁺. N⁻ akan berikatan dengan I⁺ menghasilkan endapan senyawa Iodium-alkaloida yang berwarna coklat. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan menggunakan kedua pereaksi seperti yang dijelaskan tersebut, maka dapat dijelaskan bahwa ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak mengandung kelompok senyawa alkaloid. Interaksi molekul gugus Alkaloid diperkuat dengan pita serapan pada bilangan gelombang 1678,07 cm⁻¹ yang menunjukkan serapan spektra C-N aromatik dan didukung dengan data hasil

GC-MS pada senyawa Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat dan 2-metil-5-(2-sikloheksiletil)piridin.

4.2.4.2 Uji Flavanoid Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil analisis reagen Wiltztersianidin adanya perubahan warna ekstrak menjadi warna orange, merah atau kuning akan menunjukkan adanya kelompok senyawa flavanoid. Dalam uji ini, didapat hasil ekstrak berubah warna menjadi hitam ketika ditambahkan HCl pekat dan Mg. Hasil tersebut menjelaskan bahwa ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak tidak mengandung kelompok senyawa flavanoid. Hal ini didukung dengan data IR dan GC-MS yang tidak menunjukan adanya senyawa golongan flavanoid.

4.2.4.3 Uji Tanin Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

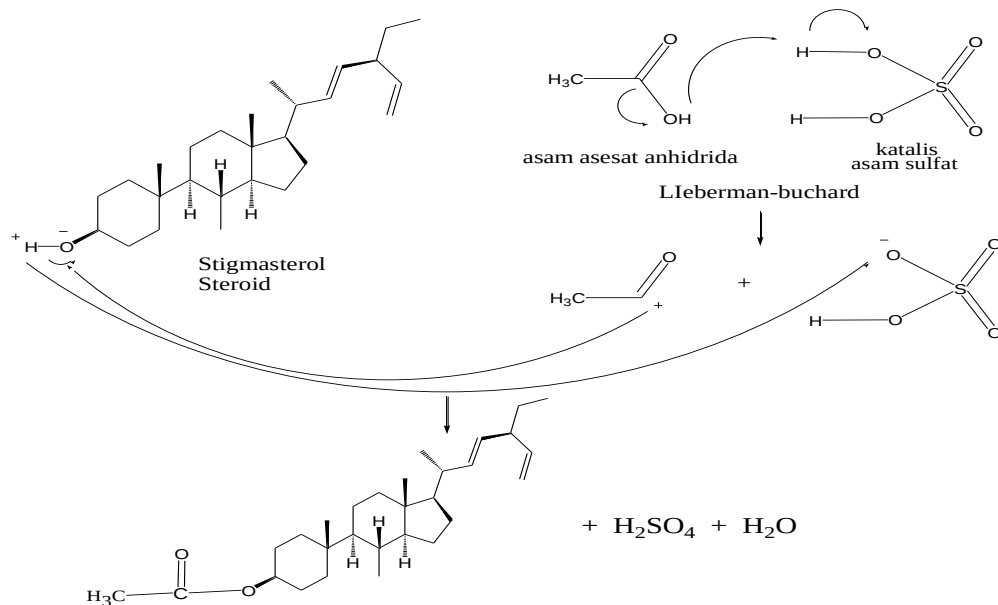
Terbentuk endapan pada Uji reagen FeCl_3 menunjukkan dalam ekstrak mengandung kelompok senyawa tanin. Namun pada percobaan ketika ekstrak ditambahkan pereaksi FeCl_3 , ekstrak tetap berwarna orange. Ini menunjukan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak tidak mengandung kelompok senyawa tanin. Hal ini didukung dengan data IR dan GC-MS yang tidak menunjukan adanya senyawa golongan tanin.

4.2.4.4 Uji Saponin Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil positif apabila ekstrak dikocok dengan air membentuk busa yang stabil. Pada percobaan tidak adanya busa pada uji saponin, menunjukkan dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak tidak mengandung kelompok senyawa saponin. Hal ini didukung dengan data IR dan GC-MS yang tidak menunjukkan adanya senyawa golongan saponin.

4.2.4.5 Uji Steroid/Triterpenoid Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Identifikasi kandungan terpenoid/steroid menggunakan reagen Liebermann-Buchard yaitu campuran antara asam asetat anhidrida dan H_2SO_4 pekat. Identifikasi ini didasarkan pada kemampuan senyawa terpenoid/steroid membentuk warna oleh H_2SO_4 dalam pelarut HCl. Hasil positif jika terbentuk warna merah jingga untuk terpenoid dan hijau biru untuk steroid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak mengandung senyawa golongan steroid dengan terjadi perubahan warna merah pada larutan kemudian menjadi biru dan hijau (Rumagit *et al.*, 2015). Pada uji GC-MS senyawa stigmasterol menunjukkan ciri senyawa steroid. Secara molekular reaksi antara senyawa stigmasterol dengan pereaksi Liebermann-Buchard sebagai berikut:



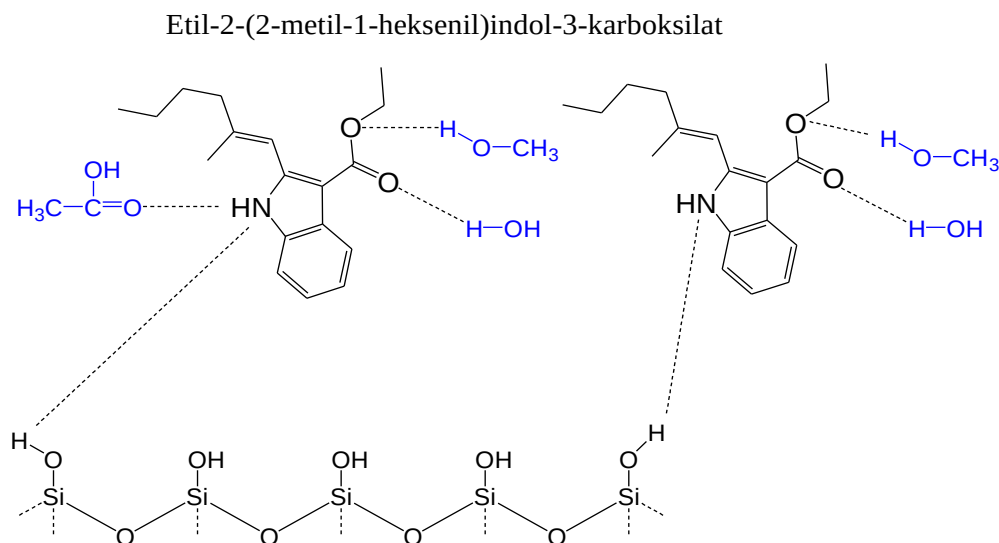
Gambar 4.71 Reaksi Steroid Dengan Pereaksi Liebermann-Buchard

Pada pereaksi Liebermann-Buchard, CH_3COOH melepaskan ion hidroksi (OH^-) dan H_2SO_4 melepaskan ion H^+ . Hal ini karena H_2SO_4 lebih bersifat asam dibandingkan CH_3COOH . Ion OH^- akan berikatan dengan ion H^+ membentuk H_2O . Pada senyawa Stigmasterol, perbedaan keelektronegatif antara O dan H dimana O lebih elektronegatif dari H sehingga ikatan putus ke O. Ion H^+ dari senyawa stigmasterol akan berikatan dengan ion HSO_4^- menghasilkan H_2SO_4 dan ion CH_3COO^- akan berikatan dengan senyawa stigmasterol menghasilkan stigmasterol asetat. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan, maka dapat dijelaskan bahwa ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak mengandung kelompok senyawa steroid. Interaksi molekul gugus steroid diperkuat dengan pita serapan pada

bilangan gelombang $3361,93\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan serapan spektra O-H aromatik dan didukung dengan data hasil GC-MS pada senyawa stigmasterol.

4.2.5 Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

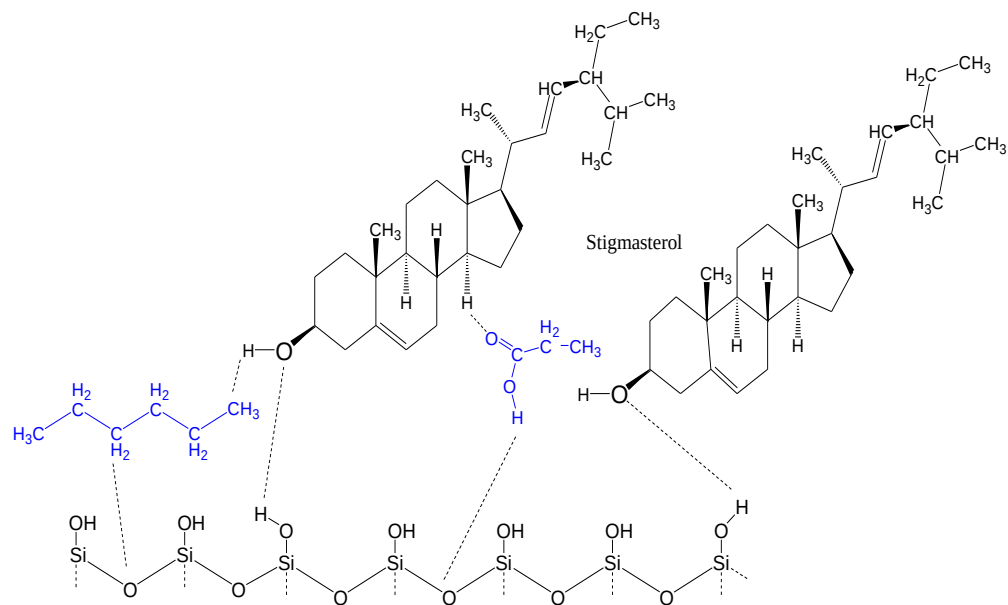
Analisis KLT pada ekstrak dilakukan dengan menotolkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak pada plat KLT yang dielusikan dengan fase gerak. Hasil yang didapatkan dilihat pada sinar lampu UV 254 nm. Hasil analisis KLT untuk pengujian senyawa fitokimia pada hasil uji warna diperoleh senyawa alkaloid dengan menggunakan fase gerak etil asetat : metanol : air dengan perbandingan pelarut (9 : 2 : 2) didapatkan 2 bercak noda dengan warna noda ungu pada sinar UV dengan nilai R_f 0,63 dan 0,97. Hal ini menunjukkan bercak noda dengan R_f 0,63 dan 0,97 pada lampu UV 254 nm merupakan bercak noda senyawa polar seperti alkaloid sehingga ketika direaksikan dengan fase gerak campuran senyawa pelarut polar dan semipolar didapatkan R_f yang nilainya besar. Timbulnya noda dengan berbagai nilai R_f menunjukkan adanya interaksi molekular gugus N pada alkaloid dengan gugus polar pada fase diam (Silika Gel).



Gambar 4.72 Interaksi Molekul Senyawa Alkaloid pada Analisis KLT

Interaksi molekul gugus Alkaloid diperkuat dengan pita serapan pada bilangan gelombang $1678,07 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan serapan spektra C-N aromatik.

Hasil uji senyawa terpenoid/steroid dengan menggunakan fase gerak n-heksana : etil asetat dengan perbandingan (4 : 1) didapatkan 2 bercak noda dengan warna noda ungu pada sinar UV dengan nilai R_f 0,10 dan 0,22. Hal ini menunjukkan bercak noda dengan R_f 0,10 dan 0,22 pada lampu UV 254 nm merupakan bercak noda senyawa semipolar seperti terpenoid/steroid sehingga ketika direaksikan dengan fase gerak campuran senyawa pelarut polar dan semipolar didapatkan R_f yang nilainya kecil. Timbulnya noda dengan berbagai nilai R_f menunjukkan adanya interaksi molekul gugus -OH pada steroid dengan gugus polar pada fase diam (Silika Gel).



Gambar 4.73 Interaksi Molekular Senyawa Steroid pada Analisis KLT

Interaksi molekular gugus -OH Steroid diperkuat dengan pita serapan pada bilangan gelombang $3361,93 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan serapan spektra gugus -OH aromatik.

4.2.6 Infra Merah Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil analisis spektra Infra Merah (IR) ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak diinterpretasikan dengan perbandingan pustaka sebagai berikut:

1. Hasil analisis IR pada bilangan gelombang $3361,93 \text{ cm}^{-1}$, bentuk peak melebar disebabkan adanya ikatan hidrogen berada pada kisaran $3550\text{-}3200 \text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi -OH aromatik yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa Cis alfa-8-kopaenol dan Stigmasterol dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.

2. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $2958,80\text{ cm}^{-1}$ dengan bentuk peak lemah, berada pada kisaran bilangan gelombang 3300-2500 merupakan gugus fungsi karboksilat yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa asam heksadenoat dan asam etiniltrimetil dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.
3. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $2927,94\text{ cm}^{-1}$ dengan bentuk peak lancip, berada pada kisaran bilangan gelombang 3000-2800 cm^{-1} merupakan gugus fungsi -C-H alifatik yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa asam heksadenoat, dan asam linoleat, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.
4. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ dengan bentuk peak lemah, berada pada kisaran bilangan gelombang 2950-2800 cm^{-1} merupakan gugus fungsi C-H aromatik yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa 1-kampur, Trans-kariofillena, Gamma.-elemen, Bergmottin, Alfa kurkumin, Trans-benzofuran, 6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isoprofenil, Alfa.-cedrene, Beta.-seskuifellandrena, 1-etenil-2-metil-1 (E)-siklododekena, 3-metilena-1,6-heptadiena, 2-sikloheksan-1-one, 3,4,4- trimetil-1-sikloheksana, 1-metil-4-(1-metiletilidena), 1-etil-3-metil - benzena, 1-metil-2-etil Benzena, Beta.-elemenona, Cis-.alfa.-copaene-8-ol, Beta.-bisabolena, 1-metilena-2-vinilsiklopentana, Ar-tumerona, Alfa. Tumerona, Valerenol, (6S,1'R) -6-(1',5'-dimetilheks-4'-enil)3-metilsikloheks-2-enona, Gamma.-terpinen, 1-isoprofenil-3,3-

dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil) siklopentana, 2-methyl-4-dimethyl (fenyl) sililpent-2-ene, Beta.-atlantone, 2-metil-5-(2-sikloheksilet) piridin, etil-2-(2-metil-1-heksenil) indol-3-karboksilat, dan stigmasterol dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.

5. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $1730,15\text{ cm}^{-1}$ dengan peak melebar berada pada kisaran bilangan gelombang $1750-1735\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi C=O alifatik yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa dengan gugus keton yaitu Ar-tumerona, Alfa. Tumerona, 1-isoprofenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil) siklopentana, Beta .- atlantona, etil-2-(2-metil-1-heksenil)indole-3-karboksilat, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.
6. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $1687,07\text{ cm}^{-1}$ dengan peak lancip berada pada kisaran bilangan gelombang $1750-1500\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi C=N aromatik yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa 2-metil-5-(2-sikloheksilet)piridin, dan etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat.
7. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $1620,21\text{ cm}^{-1}$ dengan peak tajam berada pada kisaran bilangan gelombang $1680-1620\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi C=C alifatik yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa Gamma.-elemen, 3-metilena-1,6-heptadiena, Beta.-elemenona, 1-

metilena-2-vinilsiklopentana, (6S,1'R)-6-(1',5'-dimetilheks-4'-enil)3-metilsikloheks-2-enona, 1-isopropenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil)siklopentana, asam linoleat, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.

8. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ dengan peak tajam berada pada kisaran bilangan gelombang $1600-1450$ dan $1650-1400\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi C=C aromatik yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa Trans-kariofillena, Bergmottin, Alfa kurkumin, Trans-benzofuran, 6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil -5-isoprofenil, Alfa.-cedrena, Beta.-seskuifellandrena, 1-etenil-2-metil-1 (E)-siklododekena, 2-sikloheksane-1-one,3,4,4-trimetil-1-sikloheksane, 1-metil-4- (1-metiletilidena), 1-etil-3-metil-benzena, Benzena,1-metil-2-etil, Cis-.alfa.-copaena-8-ol, Beta.-bisabolena, Ar-tumeronea, Alfa. Tumerona, Valerenol, Gamma.-terpinen, 2-metil-4-dimetil (fenyl) sililpent-2-ena, Beta.-atlantona, 2-metil-5-(2-sikloheksiletil)piridin, 1-metil-1- (3-fenilpropil) okso-1-silasiklopentana, etil-2- (2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat, stigmasterol, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.
9. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $1444,68\text{ cm}^{-1}$ dengan peak lemah berada pada kisaran bilangan gelombang $1900-1300\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi ulur C=O yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa 1-isoprofenil-3,3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil) siklopentana, asam

linoleat dan stigmasterol, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.

10. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $1377,17\text{ cm}^{-1}$ dengan peak tajam berada pada kisaran bilangan gelombang $1498-1359\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi ulur C-H yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa gamma elemen, 3-metilena-1,6-heptadiena dan asam linoleat, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak..
11. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $1280,73\text{ cm}^{-1}$ dengan peak melebar berada pada kisaran bilangan gelombang $1275-1260\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi Si-CH₃ yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa 2-methyl-4-dimetil (fenil) sililpent-2-ena dan 1-metil-1-(3-fenilpropil) oksi-1-silasiklopentana, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak..
12. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $1126,43\text{ cm}^{-1}$ dengan peak melebar berada pada kisaran bilangan gelombang $1310-1020$ dan $1260-970\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi ulur C-O yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa 1-metil-1- (3-fenilpropil)oksi-1-silasiklopentana dan stigmasterol, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak..
13. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $1033,85\text{ cm}^{-1}$ dengan peak tajam berada pada kisaran bilangan gelombang $1090-1030\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi Si-O yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa 1-

metil-1-(3-fenilpropil)oks-1-silasiliklopentana, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak..

14. Gugus fungsi pada bilangan gelombang $817,82\text{ cm}^{-1}$ dengan peak tajam berada pada kisaran bilangan gelombang $840-800\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi ulur C-H aromatik yang didukung dengan hasil GC-MS pada senyawa gamma elemen, alfa cedrene, dan beta elemenona, dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak.

4.2.7 GC-MS Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

Hasil analisis spektra GC-MS pada peak-peak untuk masing-masing senyawa dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak, dapat dijelaskan sebagai berikut:

4.2.7.1 Spektra 1-Kampur (*1-Champur*)

1. Ion molekul senyawa Kampor dengan rumus $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ m/z 152 terfragmentasi menghasilkan ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{O}^+$ m/z 137 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{O}^+$ terfragmentasi menghasilkan ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}^+$ dengan m/z 123 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

3. Ion molekul $C_8H_{11}O^+$ terfragmentasi menghasilkan ion molekul $C_7H_8O^+$ dengan m/z sebesar 108 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $C_7H_8O^+$ terfragmentasi menghasilkan ion molekul $C_6H_7O^+$ dengan m/z 95 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $C_6H_7O^+$ terfragmentasi menghasilkan ion molekul $C_5H_5O^+$ dengan m/z sebesar 81 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul $C_5H_5O^+$ terfragmentasi menghasilkan ion molekul $C_4H_5O^+$ dengan m/z 69 karena kehilangan gugus C dengan m/z 12.
7. Ion molekul $C_4H_5O^+$ terfragmentasi menghasilkan ion molekul $C_3H_3O^+$ dengan m/z 55 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.2 Spektra Trans-Kariofilena (*Trans Caryophyllene*)

1. Molekul senyawa Trans-Kariofilena dengan rumus $C_{15}H_{24}$ m/z 204, terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{14}H_{21}^+$ dengan m/z 189 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR

pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

2. Ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{21}^{+}$ membentuk ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{19}^{+}$ dengan m/z 175 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{19}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{17}^{+}$ dengan m/z 161 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{17}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{15}^{+}$ dengan m/z 147 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{15}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{13}^{+}$ dengan m/z 133 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{13}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{12}^{+}$ dengan m/z 120 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

7. Ion molekul $C_9H_{12}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_{11}^+$ dengan m/z 107 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
8. Ion molekul $C_8H_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_9^+$ dengan m/z 93 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
9. Ion molekul $C_7H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_7^+$ dengan m/z 79 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
10. Ion molekul $C_6H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_7^+$ dengan m/z sebesar 55 karena kehilangan gugus C_2 dengan m/z 24 satuan massa. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
11. Ion molekul $C_4H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_5^+$ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
12. Ion molekul $C_3H_5^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_2H_3^+$ dengan m/z 27 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung

dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.3 Spektra Gamma-Element

1. Molekul senyawa Gamma-Element dengan rumus $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$ dengan m/z 204 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{21}^{+}$ dengan m/z 189 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{21}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{19}^{+}$ dengan m/z 175 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{19}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{17}^{+}$ dengan m/z 161 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{17}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{15}^{+}$ dengan m/z 147 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{17}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{16}^{+}$ dengan m/z 136 karena kehilangan gugus C_2H dengan m/z 25. Hal ini

didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

6. Ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{16}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{13}^{+}$ dengan m/z 121 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
7. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{13}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{11}^{+}$ dengan m/z 107 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
8. Ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{11}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_7H_9^{+} dengan m/z 93 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
9. Ion molekul C_7H_9^{+} terfragmentasi membentuk ion molekul C_6H_7^{+} dengan m/z 79 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
10. Ion molekul C_6H_7^{+} terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H_7^{+} dengan m/z 67 karena kehilangan gugus C dengan m/z 12.
11. Ion molekul C_5H_7^{+} terfragmentasi membentuk ion molekul C_4H_7^{+} dengan m/z 55 karena kehilangan gugus C dengan m/z 12.

12. Ion molekul $C_4H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_5^+$ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
13. Ion molekul $C_3H_5^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_2H_5^+$ dengan m/z 29 karena kehilangan gugus C dengan m/z 12.

4.2.7.4 Spektra Bergmotin (*Bergmottin*)

1. Molekul senyawa Bergmotin dengan rumus $C_{15}H_{22}$ dengan m/z 202 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{15}H_{12}^+$ dengan m/z 192 karena kehilangan 10 atom H dengan m/z 10.
2. Ion molekul $C_{15}H_{12}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{14}H_6^+$ dengan m/z 174 karena kehilangan gugus CH_6 dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $C_{14}H_6^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{13}H^+$ dengan m/z 157 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $C_{13}H^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{12}H^+$ dengan m/z 145 karena kehilangan gugus C dengan m/z 12.
5. Ion molekul $C_{14}H_6^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_5^+$ dengan m/z 137 karena kehilangan gugus C_3H dengan m/z 37. Hal ini

didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

6. Ion molekul $\text{C}_{15}\text{H}_{12}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_9^{+}$ dengan m/z 129 karena kehilangan gugus C_5H_3 dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
7. Ion molekul senyawa $\text{C}_{15}\text{H}_{22}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{13}^{+}$ dengan m/z 121 karena kehilangan gugus C_6H_8 dengan m/z 80 satuan massa. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
8. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{13}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{11}^{+}$ dengan m/z 107 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
9. Ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{11}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_7\text{H}_{11}^{+}$ dengan m/z 95 karena kehilangan gugus C dengan m/z 12.
10. Ion molekul $\text{C}_7\text{H}_{11}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_6H_9^{+} dengan m/z 81 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
11. Ion molekul C_6H_9^{+} terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H_9^{+} dengan m/z 69 karena kehilangan gugus C dengan m/z 12.

12. Ion molekul $C_5H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_7^+$ dengan m/z 55 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
13. Ion molekul $C_4H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_5^+$ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.5 Spektra Alfa-Kurkumin (*Alpha Curcumen*)

1. Ion molekul senyawa alfa,-kurkumin dengan rumus $C_{15}H_{22}$ dengan m/z 202 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{14}H_{21}^+$ dengan m/z 189 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $C_{14}H_{21}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{13}H_{19}^+$ dengan m/z 175 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $C_{13}H_{19}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{12}H_{15}^+$ dengan m/z 159 karena kehilangan gugus CH_4 dengan m/z 16. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4. Ion molekul $C_{12}H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{12}H_8^+$ dengan m/z 152 karena kehilangan 7 atom H dengan m/z 7.
5. Ion molekul $C_{12}H_8^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_7^+$ dengan m/z 139 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul $C_{12}H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_{13}^+$ dengan m/z 145 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
7. Ion molekul $C_{11}H_{13}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{10}H_{12}^+$ dengan m/z 132 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
8. Ion molekul $C_{10}H_{12}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_9H_{11}^+$ dengan m/z 119 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
9. Ion molekul $C_{12}H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_{15}^+$ dengan m/z 111 karena kehilangan 4 atom C dengan m/z 48. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

10. Ion molekul $C_8H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_9^+$ dengan m/z sebesar 105 karena kehilangan 6 atom H dengan m/z 6.
11. Ion molekul $C_8H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_8H^+ dengan m/z 97 karena kehilangan 8 atom H dengan m/z sebesar 8.
12. Ion molekul $C_8H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_7^+$ dengan m/z 91 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
13. Ion molekul $C_8H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_{11}^+$ dengan m/z 83 karena kehilangan gugus C_2H_4 dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
14. Ion molekul $C_6H_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_5^+$ dengan m/z 77 karena kehilangan 6 atom H dengan m/z 6.
15. Ion molekul $C_6H_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_9^+$ dengan m/z 69 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
16. Ion molekul $C_5H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_3^+$ dengan m/z 63 karena kehilangan 6 atom H dengan m/z 6.
17. Ion molekul $C_5H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_7^+$ dengan m/z 55 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung

dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

18. Ion molekul C_4H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_3H_5^+ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

19. Ion molekul C_3H_5^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_2H_3^+ dengan m/z 27 karena kehilangan gugus CH_2 m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.6 Spektra trans-Benzofuran, 6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isoprofenil (*trans-benzofuran, 6-etenhyl-4,5,6,7-tetrahydro-3,6-dimethyl-5-isoprophenil*)

1. Ion molekul senyawa trans-Benzofuran,6-etenil-4,5,6,7-tetrahidro-3,6-dimetil-5-isoprofenil dengan rumus $\text{C}_{15}\text{H}_{20}\text{O}$ dengan m/z 216 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{O}^+$ dengan m/z 201 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

2. Ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{17}\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{15}\text{O}^+$ dengan m/z : 187 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik. Hal ini didukung dengan data IR

pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

3. Ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{15}\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{13}\text{O}^+$ dengan m/z 173 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{13}\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{O}^+$ dengan m/z 159 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{13}\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}$ dengan m/z 148 karena kehilangan gugus $\text{C}=\text{CH}$ dengan m/z 25. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $\text{C}=\text{C}$ aromatik.
6. Ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_9\text{O}^+$ dengan m/z 133 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
7. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_9\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_8\text{H}_7\text{O}^+$ dengan m/z 119 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

8. Ion molekul $C_9H_{10}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_7H_8O dengan m/z 108 karena kehilangan gugus $C=CH$ dengan m/z 25. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$ aromatik.
9. Ion molekul C_7H_8O terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_7^+$ dengan m/z 91 karena kehilangan gugus OH dengan m/z 17. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $3361,93\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $O-H$ aromatik.
10. Ion molekul $C_7H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_7^+$ dengan m/z 79 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
11. Ion molekul $C_6H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_5^+$ dengan m/z 65 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z sebesar 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.
12. Ion molekul $C_5H_5^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_5^+$ dengan m/z 53 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
13. Ion molekul $C_4H_5^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_3^+$ dengan m/z 39 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.
14. Ion molekul $C_3H_3^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_2H_3^+$ dengan m/z 27 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.

15. Ion molekul $C_2H_3^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul CH_3^+ dengan m/z 15 karena kehilangan 1 atom C dengan nilai m/z sebesar 12.

4.2.7.7 Spektra Alfa,-cedrena (*alpha,-cedrene*)

1. Ion molekul senyawa alfa,-cedrene dengan rumus $C_{15}H_{24}$ dengan m/z 204 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{14}H_{21}^+$ dengan m/z 189 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $C_{14}H_{21}^+$ membentuk ion molekul $C_{13}H_{19}^+$ dengan m/z 175 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $C_{13}H_{19}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{12}H_{17}^+$ dengan m/z 161 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $254,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $C_{12}H_{17}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_{15}^+$ dengan m/z 147 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $C_{11}H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_4^+$ dengan m/z 136 karena kehilangan 11 atom H dengan m/z 11.

6. Ion molekul $C_{11}H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk molekul $C_{10}H_8$ dengan m/z 128 karena kehilangan gugus CH_7 dengan m/z 19. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1377,17\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H.
7. Ion molekul $C_{11}H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_9H_{11}^+$ dengan m/z 119 karena kehilangan gugus C=C dan 2 atom H dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C.
8. Ion molekul $C_9H_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_9^+$ dengan m/z 105 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
9. Ion molekul $C_8H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_9^+$ dengan m/z 93 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
10. Ion molekul $C_{11}H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_{13}^+$ dengan m/z 85 karena kehilangan 1 gugus $-CH_2$ gugus C=C dengan m/z 62. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C.
11. Ion molekul $C_6H_{13}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_5^+$ dengan m/z 77 karena kehilangan 8 atom H dengan m/z 8.

12. Ion molekul $C_{11}H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_9^+$ dengan m/z 69 karena kehilangan 1 gugus $C=C$ dan 3 gugus CH_2 dengan m/z 78. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.
13. Ion molekul $C_5H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_7^+$ dengan m/z 55 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.
14. Ion molekul $C_4H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_5^+$ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.
15. Ion molekul $C_3H_5^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_2H_3^+$ dengan m/z 29 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.

4.2.7.8 Spektra Beta,-seskuifelandrena (*beta,-sesquiphelandrene*)

1. Ion molekul senyawa beta,-seskuifelandrena dengan rumus $C_{15}H_{24}$ dengan m/z 204 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{12}H_{17}^+$ dengan m/z 161 karena kehilangan 1 gugus CH_3 dan 2 gugus CH_2 dengan m/z sebesar 43. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.

2. Ion molekul $C_{12}H_{17}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{10}H_{13}^{+}$ dengan m/z 133 karena kehilangan gugus H_2C-CH_2 dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $C_{10}H_{13}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_9H_9^{+}$ dengan m/z 112 karena kehilangan gugus CH_2 dan 7 atom H dengan m/z 21. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $C_{10}H_{13}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_9^{+}$ dengan m/z 93 karena kehilangan 1 gugus $-CH_2$ dan $HC=CH$ dengan m/z sebesar 40. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik dan bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$.
5. Ion molekul $C_7H_9^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_9^{+}$ dengan m/z 69 karena kehilangan gugus $C=C$ dengan m/z 24 satuan massa. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$.

4.2.7.9 Spektra 1-etenil-2-metil-(E)-siklododekena (*1-etenhyl-2-methyl-(E)-cyclododecene*)

1. Ion molekul senyawa 1-etenil-2-metil-(E)-siklododekena dengan rumus $C_{15}H_{24}$ dengan m/z 204 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{14}H_{21}^{+}$ dengan m/z sebesar 189 karena kehilangan gugus $-CH_3$ dengan m/z 15.

Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

2. Ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{21}^{+}$ membentuk ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{20}^{+}$ dengan m/z 176 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{20}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{17}^{+}$ dengan m/z 161 karena kehilangan gugus $-\text{CH}_3$ dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{17}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{15}^{+}$ dengan m/z 147 karena kehilangan gugus $-\text{CH}_2$ dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{15}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{13}^{+}$ dengan m/z 133 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{13}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^{+}$ dengan m/z 119 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

7. Ion molekul $C_9H_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_{11}^+$ dengan m/z 107 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z sebesar 12. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
8. Ion molekul $C_8H_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_7^+$ dengan m/z 91 karena kehilangan 1 gugus CH_2 dan 2 atom H dengan nilai m/z sebesar 16. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
9. Ion molekul $C_7H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_7^+$ dengan m/z 79 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
10. Ion molekul $C_6H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_7^+$ dengan m/z 67 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
11. Ion molekul $C_5H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_7^+$ dengan m/z 55 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
12. Ion molekul $C_4H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_5^+$ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.10 Spektra 3-metilena-1,6-heptadiena (*3-methylene-1,6-heptadiene*)

1. Ion molekul senyawa 3-metilena-1,6-heptadiena dengan rumus C_8H_{12} dengan m/z 108 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_9^+$ dengan m/z 105 karena kehilangan 3 atom H dengan m/z 3.

2. Ion molekul $C_8H_9^+$ membentuk ion molekul $C_7H_9^+$ dengan m/z 93 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
3. Ion molekul $C_7H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_7^+$ dengan m/z 79 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
4. Ion molekul $C_6H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_7^+$ dengan m/z 67 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
5. Ion molekul $C_5H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_5^+$ dengan m/z 53 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
6. Ion molekul $C_4H_5^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_5^+$ dengan m/z 41 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.

4.2.7.11 Spektra 1-etil-3-metil-benzena (*1-ethyl-3-methyl-benzen*)

1. Ion molekul senyawa 1-etil-3-metil benzena dengan rumus C_9H_{12} dengan m/z 120 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_9^+$ dengan m/z 105 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $C_8H_9^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_7^+$ dengan m/z 91 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung

dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

3. Ion molekul C_7H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_6H_5^+ dengan m/z 77 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul C_6H_5^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H_5^+ dengan m/z 65 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
5. Ion molekul C_9H_{12} terfragmentasi membentuk molekul C_4H_{10} dengan m/z 59 karena kehilangan gugus 1 gugus CH_2 dan 2 gugus $\text{C}=\text{C}$ dengan m/z 62. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik dan bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $\text{C}=\text{C}$ aromatik.
6. Ion molekul C_4H_{10} terfragmentasi membentuk ion molekul C_4H_3^+ dengan m/z 51 karena kehilangan 8 atom H dengan m/z 8.
7. Ion molekul C_4H_3^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_3H_3^+ dengan m/z 39 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
8. Ion molekul C_3H_3^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_2H_3^+ dengan m/z 27 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.

4.2.7.12 Spektra 2-etil-1 metil benzena (*2-ethyl-1-methyl benzene*)

1. Ion molekul senyawa 2-etil-1-metil benzene dengan rumus $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$ dengan m/z 134 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^+$ dengan m/z 119

karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

2. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_7H_7^+ dengan m/z 91 karena kehilangan 2 gugus $-\text{CH}_2$ dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul C_7H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H_5^+ dengan m/z 65 karena kehilangan gugus $\text{HC}=\text{CH}$ dengan m/z 26. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
4. Ion molekul C_5H_5^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_3H_3^+ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus C=C dengan m/z 24. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
5. Ion molekul C_3H_3^+ terfragmentasi membentuk ion molekul CH_3^+ dengan m/z 15 karena kehilangan gugus $\text{HC}=\text{CH}$ dengan m/z 26. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

4.2.7.13 Spektra Beta elemenona (*beta elemenone*)

1. Ion molekul senyawa beta elemenone dengan rumus $\text{C}_{16}\text{H}_{26}$ dengan m/z 218 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{15}\text{H}_{23}^+$ dengan m/z 203

karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65 \text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

2. Ion molekul $\text{C}_{15}\text{H}_{23}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{19}^+$ dengan m/z 175 karena kehilangan 2 gugus CH_2 dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65 \text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{19}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{18}$ dengan m/z 150 karena kehilangan gugus $\text{C}=\text{CH}$ dengan m/z 25. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12 \text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $\text{C}=\text{C}$ aromatik.
4. Ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{18}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{15}^+$ dengan m/z 135 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65 \text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{11}^+$ dengan m/z 107 karena kehilangan 2 gugus CH_2 dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65 \text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_7H_7^+ dengan m/z 91 karena kehilangan 1 gugus CH_2 dan 2 atom H dengan m/z 16. Hal

ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

7. Ion molekul C_7H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H_7^+ dengan m/z 67 karena kehilangan gugus C=C dengan nilai m/z 24. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
8. Ion molekul C_5H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_3H_5^+ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus HC=CH dengan m/z 26. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

4.2.7.14 Spektra Cis alfa-8-kopaenol (*cis alpha-copaene-8-ol*)

1. Ion molekul senyawa cis alfa-copaene-8-ol dengan rumus $\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}$ dengan m/z 220 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{15}\text{H}_{22}$ dengan m/z 202 karena kehilangan gugus H_2O dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $3361,93\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus O-H aromatik.
2. Ion molekul $\text{C}_{15}\text{H}_{22}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{19}^+$ dengan m/z 187 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{19}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{15}$ dengan m/z 159 karena kehilangan 2 gugus CH_2 dengan m/z 28. Hal ini

didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4. Ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{15}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{13}^{+}$ dengan m/z 145 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{13}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{12}$ dengan m/z 132 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{12}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^{+}$ dengan m/z 119 karena kehilangan gugus CH m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
7. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_8H_9^{+} dengan m/z 105 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
8. Ion molekul C_8H_9^{+} terfragmentasi membentuk ion molekul C_7H_7^{+} dengan m/z 91 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

9. Ion molekul $C_7H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_5^+$ dengan m/z 77 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
10. Ion molekul $C_7H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_7^+$ dengan m/z 55 karena kehilangan gugus $C=C$ dan 1 atom C dengan m/z 36. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$ aromatik.
11. Ion molekul $C_4H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_5^+$ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.15 Spektra Beta,-bisabolena (*beta bisabolene*)

1. Ion molekul senyawa beta bisabolene dengan rumus $C_{15}H_{24}$ dengan m/z 204 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{12}H_{17}^+$ dengan m/z 161 karena kehilangan gugus 1 gugus CH_3 dan 2 gugus CH_2 dengan m/z 43. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $C_{12}H_{17}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{10}H_{13}^+$ dengan m/z 133 karena kehilangan 1 gugus CH_3 dan CH_2 dengan m/z sebesar 29 satuan massa. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

3. Ion molekul $C_{10}H_{13}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_{13}^{+}$ dengan m/z 109 karena kehilangan gugus $C=C$ dengan m/z 24. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$ aromatik.
4. Ion molekul $C_8H_{13}^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_9^{+}$ dengan m/z 93 karena kehilangan gugus CH_2 dan 2 atom H dengan m/z 16. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.
5. Ion molekul $C_7H_9^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_9^{+}$ dengan m/z 69 karena kehilangan gugus $C=C$ dengan m/z 24. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$ aromatik.
6. Ion molekul $C_5H_9^{+}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_5^{+}$ dengan m/z 41 karena kehilangan 2 gugus CH_2 dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.

4.2.7.16 Spektra 1-metilena-2-vinilsiklopentana (*1-methylene-2-vinylcyclopentane*)

1. Ion molekul senyawa 1-metilena-2-vinilsiklopentana dengan rumus C_8H_{12} dengan m/z 108 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_9^{+}$ dengan m/z 93 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan

data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

2. Ion molekul C_7H_9^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_6H_7^+ dengan m/z 79 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul C_6H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H_7^+ dengan m/z 67 karena kehilangan atom C dengan m/z 12.
4. Ion molekul C_5H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_4H_5^+ dengan m/z 53 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul C_4H_5^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_3H_3^+ dengan m/z 39 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.17 Spektra Ar tumerona (*Ar tumerone*)

1. Ion molekul senyawa ar tumerone dengan rumus $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}$ dengan m/z 218 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{15}\text{H}_{20}$ dengan m/z 200 karena kehilangan gugus H_2O dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $3361,93\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus O-H aromatik.

2. Ion molekul $C_{15}H_{20}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{12}H_{13}^+$ dengan m/z 157 karena kehilangan 1 gugus CH_3 dan 2 gugus CH_2 dengan m/z 43. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $C_{12}H_{13}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_9^+$ dengan m/z 105 karena kehilangan 2 gugus CH_2 dengan m/z 52. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $C_{15}H_{20}$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_9H_{18} dengan m/z 126 karena kehilangan 2 gugus $C=C$ dan 1 gugus $C=CH$ dengan m/z 74. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$ aromatik.
5. Ion molekul C_9H_{18} terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_{11}^+$ dengan m/z 83 karena kehilangan 1 gugus CH_3 dan 2 gugus CH_2 dengan m/z 43. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul $C_6H_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_5^+$ dengan m/z 65 karena kehilangan gugus CH_2 dan 4 atom H dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.18 Spektra Alfa tumerona (*alpha tumerone*)

1. Ion molekul senyawa alfa tumerone $C_{15}H_{22}O$ dengan m/z 218 terfragmentasi membentuk ion molekul C_9H_{12} dengan m/z 120 karena kehilangan 5 gugus CH_2 dan 1 gugus $C=O$ dengan m/z 98. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik dan bilangan gelombang $1730,15\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=O$.
2. Ion molekul C_9H_{12} terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_9^+$ dengan m/z 105 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul C_9H_{12} terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_{11}^+$ dengan m/z 83 karena kehilangan 1 gugus $C=C$ dan 1 gugus CH dengan m/z 37. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$ aromatik.
4. Ion molekul C_6H_{11} terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_5^+$ dengan m/z 65 karena kehilangan gugus CH_2 dan 4 atom H dengan m/z sebesar 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.19 Spektra Valerenol

1. Ion molekul senyawa valerenol $C_{15}H_{24}O$ dengan m/z 220 terfragmentasi membentuk molekul $C_{15}H_{22}$ dengan m/z 202 karena kehilangan gugus H_2O

dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $3361,93\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus O-H aromatik.

2. Ion molekul $\text{C}_{15}\text{H}_{22}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{21}^+$ dengan m/z 189 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $\text{C}_{14}\text{H}_{21}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{16}$ dengan m/z 160 karena kehilangan 1 gugus CH_3 dan CH_2 dengan m/z 29.
4. Ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{16}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{15}^+$ dengan m/z 147 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{15}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{13}^+$ dengan m/z 133 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{13}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^+$ dengan m/z 119 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
7. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_8H_9^+ dengan m/z 105 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z sebesar 14. Hal ini

didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

8. Ion molekul C_8H_9^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_7H_7^+ dengan m/z 91 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
9. Ion molekul C_7H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_6H_7^+ dengan m/z 79 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
10. Ion molekul C_6H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H_7^+ dengan m/z 67 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
11. Ion molekul C_5H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_4H_7^+ dengan m/z 55 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
12. Ion molekul C_4H_7^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_3H_6^+ dengan m/z 42 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.20 Spektra (6S,1'R)-6-(1'5'-dimetilheks-4'-4'-enil)-3-metilsikloheks-2-enona ((6S,1'R)-6-(1'5'-dimethylhex-4'-enyl)-3-methylcyclohex-2-enone)

1. Ion molekul senyawa (6S,1'R)-6-(1'5'-dimetilheks-4'-4'-enil)-3-metilsikloheks-2-enona dengan rumus $\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}$ dengan m/z 220 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{O}^+$ dengan m/z 137 karena kehilangan gugus C_6H_{11} dengan m/z 83. Hal ini didukung dengan data IR

pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

2. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk molekul C_7H_{10} dengan m/z 110 karena kehilangan gugus C_2H_3 dengan m/z 27. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}^+$ dengan m/z 69 karena kehilangan gugus C_3H_5 dengan m/z 41. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
4. Ion molekul $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_3H_5^+ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus CO dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1730,15\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=O alifatik.

4.2.7.21 Spektra Gamma Terpinen (*Gamma terpiene*)

1. Ion molekul senyawa Gamma Terpinen dengan rumus $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ dengan m/z 136 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^+$ dengan m/z 119 karena kehilangan gugus CH_5 dengan m/z 17. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_7H_9^+ dengan m/z 93 karena kehilangan gugus C_2H_2 dengan m/z 26. Hal ini didukung

dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

3. Ion molekul C_7H_9^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H_5^+ dengan m/z 65 karena kehilangan gugus C_2H_4 dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul C_7H_9^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_3H_7^+ dengan m/z 43 karena kehilangan gugus C_4H_2 dengan m/z 50. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

4.2.7.22 Spektra 1- isopropenil-3-3-dimetil-5-(3-metil-1-okso-2-butenil) siklopentana (*1-Isopropenyl-3,3-dimethyl-5-(3-methyl-1-oxo-2-buthenyl)ciclopentane*)

1. Ion molekul senyawa 1- isopropenil-3-3-dimetil-5- (3-metil-1-okso-2-butenil) siklopentana dengan rumus $\text{C}_{15}\text{H}_{24}$ dengan m/z 220 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}$ dengan m/z 164 karena kehilangan gugus C_4H_8 dengan m/z 56. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $817,82\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus ulur C-H aromatik.
2. Ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{13}\text{O}^+$ dengan m/z 137 karena kehilangan gugus C_2H_3 dengan m/z 27. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

3. Ion molekul $C_9H_{13}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_9H_{13}^+$ dengan m/z 121 karena kehilangan 1 atom O dengan m/z 16.
4. Ion molekul $C_9H_{13}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_9^+$ dengan m/z 105 karena kehilangan gugus CH_4 dengan m/z 16. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul $C_9H_{13}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_{11}^+$ dengan m/z 83 karena kehilangan gugus C_3H_2 dengan m/z 38. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul $C_6H_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_7^+$ dengan m/z 55 karena kehilangan gugus C_2H_4 dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.23 Spektra 2-metil-4-dimetil (fenil) sililpen-2-ena (*2-methyl-4-dimethyl (phenyl) silylpent-2-ene*)

1. Ion molekul senyawa 2-metil-4-dimetil(fenil)sililpen-2-ene dengan rumus $C_{14}H_{22}Si$ dengan m/z 218 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{13}H_{19}Si^+$ dengan m/z 203 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

2. Ion molekul $C_{13}H_{19}Si^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_{11}Si^+$ dengan m/z 135 karena kehilangan gugus C_5H_8 dengan m/z 68. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $817,82cm^{-1}$ spektra serapan gugus ulur C-H aromatik.

4.2.7.24 Spektra Beta atlantone

1. Ion molekul senyawa beta atlantone dengan rumus $C_{15}H_{22}O$ dengan m/z 218 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{14}H_{19}O^+$ dengan m/z 203 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $C_{14}H_{19}O$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_{15}O^+$ dengan m/z 163 karena kehilangan gugus C_3H_4 dengan m/z 40. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12cm^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
3. Ion molekul $C_{11}H_{15}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_9H_{11}O^+$ dengan m/z 135 karena kehilangan gugus C_2H_4 dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $C_9H_{11}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_9H_{11}^+$ dengan m/z 119 karena kehilangan 1 atom O dengan m/z 16.
5. Ion molekul $C_9H_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_9^+$ dengan m/z 105 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung

dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

6. Ion molekul C_8H_9^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_7H_7^+ dengan m/z 91 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
7. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_6\text{H}_{11}^+$ dengan m/z 83 karena kehilangan 3 atom C dengan m/z 36. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
8. Ion molekul $\text{C}_6\text{H}_{11}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H_9^+ dengan m/z 69 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
9. Ion molekul C_5H_9^+ terfragmentasi membentuk ion molekul C_4H_7^+ dengan m/z 55 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.25 Spektra 2-metil-5-(2-sikloheksiletil)piridin (*2-methyl-5-(2-cyclohexylethyl)pyridine*)

1. Ion molekul senyawa 2-metil-5-(2-sikloheksiletil) piridin dengan rumus $\text{C}_{14}\text{H}_{21}\text{N}$ dengan m/z 203 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}$

dengan m/z 147 karena kehilangan gugus C_4H_8 dengan m/z 56. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

2. Ion molekul $C_{10}H_{13}N$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_9H_{11}N$ dengan m/z 133 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $C_9H_{11}N$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_{10}N^+$ dengan m/z 120 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $C_8H_{10}N^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_7H_9N dengan m/z 107 karena kehilangan gugus CH dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
5. Ion molekul C_7H_9N terfragmentasi membentuk ion molekul C_6H_9N dengan m/z 95 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 13. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
6. Ion molekul C_6H_9N terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_5^+$ dengan m/z 77 karena kehilangan gugus NH_4 dengan m/z 18. Hal ini didukung

dengan data IR pada bilangan gelombang $1678,07\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-N aromatik.

7. Ion molekul $\text{C}_6\text{H}_9\text{N}$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_4\text{H}_4\text{N}^+$ dengan m/z 66 karena kehilangan gugus C_2H_4 dengan m/z 29. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
8. Ion molekul $\text{C}_6\text{H}_9\text{N}$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_4H_7^+ dengan m/z 55 karena kehilangan gugus $\text{C}_2\text{H}_2\text{N}$ dengan m/z 40. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1678,07\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-N aromatik.
9. Ion molekul $\text{C}_4\text{H}_4\text{N}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_2\text{H}_3\text{N}$ dengan m/z 41 karena kehilangan gugus C_2H dengan m/z 25. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

4.2.7.26 Spektra 1-metil-1-(3-fenilpropil)oksi-1-silasiklopentana (*1-methyl-1-(3-phenylpropyl)oxy-1-silacyclopentane*)

1. Ion molekul 1-metil-1-(3-fenilpropil)oksi-1-silasiklopentana dengan rumus $\text{C}_{14}\text{H}_{22}\text{OSi}$ dengan m/z 234 terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{13}\text{H}_{19}\text{OSi}^+$ dengan m/z 219 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

2. Ion molekul $C_{13}H_{19}OSi^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{10}H_{13}OSi^+$ dengan m/z 177 karena kehilangan gugus C_3H_6 dengan m/z 42. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
3. Ion molekul $C_{10}H_{13}OSi^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_9H_{11}OSi^+$ dengan m/z 163 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
4. Ion molekul $C_9H_{11}OSi^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_5Si^+$ dengan m/z 129 karena kehilangan gugus CH_6O dengan m/z 34. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1126,43cm^{-1}$ spektra serapan gugus ulur C-O.
5. Ion molekul $C_9H_{11}OSi^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_9H_{10} dengan m/z 118 karena kehilangan gugus $HOSi$ dengan m/z 45. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1033,85cm^{-1}$ spektra serapan gugus Si-O.
6. Ion molekul C_9H_{10} terfragmentasi membentuk ion molekul $C_8H_7^+$ dengan m/z 103 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
7. Ion molekul $C_8H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_7^+$ dengan m/z 91 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.

8. Ion molekul $C_7H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_3^+$ dengan m/z 75 karena kehilangan gugus CH_4 dengan m/z 16. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
9. Ion molekul $C_6H_3^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul C_5H^+ dengan m/z 61 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
10. Ion molekul $C_8H_5Si^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul CH_5Si^+ dengan m/z 45 karena kehilangan 7 atom C dengan m/z 84.

4.2.7.27 Spektra Asam *n*-heksadenoat (*n*-hexadenoic acid)

1. Ion molekul senyawa asam *n*-heksadenoik dengan rumus $C_{16}H_{32}O_2$ dengan m/z 256 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{14}H_{27}O_2^+$ dengan m/z 227 karena kehilangan gugus C_2H_5 dengan m/z 29. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
2. Ion molekul $C_{14}H_{27}O_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{13}H_{25}O_2^+$ dengan m/z 213 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
3. Ion molekul $C_{13}H_{25}O_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{12}H_{23}O_2^+$ dengan m/z 199 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini

didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.

4. Ion molekul $\text{C}_{12}\text{H}_{23}\text{O}_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{21}\text{O}_2^+$ dengan m/z 185 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
5. Ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{21}\text{O}_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{O}_2^+$ dengan m/z 171 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
6. Ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_{19}\text{O}_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{17}\text{O}_2^+$ dengan m/z 157 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
7. Ion molekul $\text{C}_9\text{H}_{17}\text{O}_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{O}_2^+$ dengan m/z 143 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
8. Ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{O}_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_7\text{H}_{13}\text{O}_2^+$ dengan m/z 129 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.

9. Ion molekul $C_7H_{13}O_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_6H_{11}O_2^+$ dengan m/z 115 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
10. Ion molekul $C_6H_{11}O_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_5H_9O_2^+$ dengan m/z 101 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
11. Ion molekul $C_5H_9O_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_4H_7O_2^+$ dengan m/z 87 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
12. Ion molekul $C_4H_7O_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_5O_2^+$ dengan m/z 73 karena kehilangan gugus CH_2 dengan m/z 14. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
13. Ion molekul $C_3H_5O_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_3O^+$ dengan m/z 55 karena kehilangan gugus H_2O dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $3361,93\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus O-H.

4.2.7.28 Spektra (Trimetilsilil)-Asetilena (*trimethylsilyl*)Acetylena

1. Ion molekul senyawa Trimetilsilil-Asitilena dengan rumus $C_5H_{10}Si$ dengan m/z 98 terfragmentasi membentuk ion molekul C_4H_7Si dengan m/z 83 karena kehilangan gugus CH_3 dengan m/z 15. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
2. Ion molekul $C_4H_7Si^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_3Si^+$ dengan m/z 67 karena kehilangan gugus CH_4 dengan m/z 16. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
3. Ion molekul $C_3H_3Si^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_2H_3Si^+$ dengan m/z 55 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
4. Ion molekul $C_2H_3Si^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul CH_3Si^+ dengan m/z 43 karena kehilangan 1 atom C dengan m/z 12.
5. Fragmentasi ion molekul $C_4H_7Si^+$ membentuk ion molekul $C_2H_5^+$ dengan m/z 29 karena kehilangan gugus C_2H_2Si dengan m/z 54. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1280,73cm^{-1}$ spektra serapan gugus Si- CH_3 .
6. Ion molekul CH_3Si^+ terfragmentasi membentuk ion molekul CH_3^+ dengan m/z 15 karena kehilangan atom Si dengan m/z 28.

4.2.7.29 Spektra Asam Linoleat (*Linoleic acid*)

1. Ion molekul senyawa asam linoleik dengan rumus $C_{18}H_{32}O_2$ dengan m/z 280 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{13}H_{21}O_2^+$ dengan m/z 209 karena kehilangan gugus C_5H_{12} dengan m/z 72. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
2. Ion molekul $C_{18}H_{32}O_2$ membentuk ion molekul $C_{11}H_{23}O_2^+$ dengan m/z 187 karena kehilangan gugus C_7H_9 dengan m/z 93. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
3. Ion molekul $C_{11}H_{23}O_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_{19}O^+$ dengan m/z 167 karena kehilangan gugus H_4O dengan m/z 20. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $3361,93\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus O-H.
4. Ion molekul $C_{11}H_{19}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_{17}^+$ dengan m/z 149 karena kehilangan gugus H_2O dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $3361,93\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus O-H.
5. Ion molekul $C_{11}H_{17}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_9H_{15}^+$ dengan m/z 123 karena kehilangan gugus C_2H_2 dengan m/z 26. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.

6. Ion molekul $C_9H_{15}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_7H_{11}^+$ dengan m/z 95 karena kehilangan gugus CH_4 dengan m/z 16. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
7. Ion molekul $C_7H_{11}^+$ membentuk ion molekul $C_5H_7^+$ dengan m/z 67 karena kehilangan gugus C_2H_4 dengan m/z 28. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.
8. Ion molekul $C_5H_7^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_3H_7^+$ dengan m/z 43 karena kehilangan 2 atom C dengan m/z 24. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2927,94cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H alifatik.

4.2.7.30 Spektra Etil-2-(2-metil-1-heksenil)Indol-3-Karboksilat (*Ethyl-2-(2-methyl-1-hexenyl)indole-3-Karboxilate*)

1. Ion molekul senyawa Etil-2-(2-metil-1-heksenil)Indol-3-Karboksilat dengan rumus $C_{18}H_{23}NO_2$ dengan m/z 285 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{14}H_{14}NO_2^+$ dengan m/z 228 karena kehilangan gugus C_3H_9 dengan m/z 45. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $C_{14}H_{14}NO_2^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{12}H_7NO_2$ dengan m/z 197 karena kehilangan gugus C_2H_7 dengan m/z 31. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.

3. Ion molekul $C_{12}H_7NO_2$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_6NO^+$ dengan m/z 168 karena kehilangan gugus CHO dengan m/z 39. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1730,15cm^{-1}$ spektra serapan gugus C=O.

4.2.7.31 Spektra Stigmasterol

1. Ion molekul senyawa stigmasterol dengan rumus $C_{29}H_{50}O$ dengan m/z 414 terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{28}H_{44}O$ dengan m/z 396 karena kehilangan gugus CH_6 dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65cm^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
2. Ion molekul $C_{28}H_{44}O$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{25}H_{38}O$ dengan m/z 354 karena kehilangan gugus C_3H_6 dengan m/z 42. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12cm^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
3. Ion molekul $C_{25}H_{38}O$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{23}H_{37}O^+$ dengan m/z 329 karena kehilangan gugus C_2H dengan m/z 25. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12cm^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
4. Ion molekul $C_{23}H_{37}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{21}H_{35}O^+$ dengan m/z 303 karena kehilangan gugus C_2H_2 dengan m/z 26. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12cm^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

5. Ion molekul $C_{21}H_{35}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{19}H_{29}O^+$ dengan m/z 273 karena kehilangan gugus C_2H_6 dengan m/z 30. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$ aromatik.
6. Ion molekul $C_{19}H_{29}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{18}H_{23}O^+$ dengan m/z 255 karena kehilangan gugus CH_6 dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.
7. Ion molekul $C_{18}H_{23}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{16}H_{23}O^+$ dengan m/z 231 karena kehilangan gugus C_2 dengan m/z 24. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$ aromatik.
8. Ion molekul $C_{16}H_{23}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{15}H_{17}O^+$ dengan m/z 213 karena kehilangan gugus CH_6 dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C-H$ aromatik.
9. Ion molekul $C_{15}H_{17}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{13}H_{15}O^+$ dengan m/z 187 karena kehilangan gugus C_2H_2 dengan m/z 26. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus $C=C$ aromatik.
10. Ion molekul $C_{13}H_{15}O^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $C_{11}H_{15}O^+$ dengan m/z 163 karena kehilangan gugus C_2 dengan m/z 24. Hal ini

didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

11. Ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{15}\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_9\text{O}^+$ dengan m/z 145 karena kehilangan gugus CH_6 dengan m/z 18. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $2854,65\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C-H aromatik.
12. Ion molekul $\text{C}_{11}\text{H}_{15}\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{O}^+$ dengan m/z 123 karena kehilangan gugus C_3H_4 dengan m/z 40. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
13. Ion molekul $\text{C}_{10}\text{H}_9\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}^+$ dengan m/z 105 karena kehilangan gugus C_3H_4 dengan m/z 40. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
14. Ion molekul $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}^+$ dengan m/z 69 karena kehilangan gugus C_3 dengan m/z 36. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.
15. Ion molekul $\text{C}_4\text{H}_5\text{O}^+$ terfragmentasi membentuk ion molekul $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}^+$ dengan m/z 43 karena kehilangan gugus C_2H_2 dengan m/z 26. Hal ini didukung dengan data IR pada bilangan gelombang $1514,12\text{cm}^{-1}$ spektra serapan gugus C=C aromatik.

Fragmentasi ketigapuluhsatu senyawa hasil analisis GC-MS menunjukkan tidak adanya senyawa maupun ion molekul yang bersifat racun.

4.2.8 Uji Aktivitas Ekstrak Kombinasi Kulit Batang Marungga Hutan dan Rimpang Temulawak

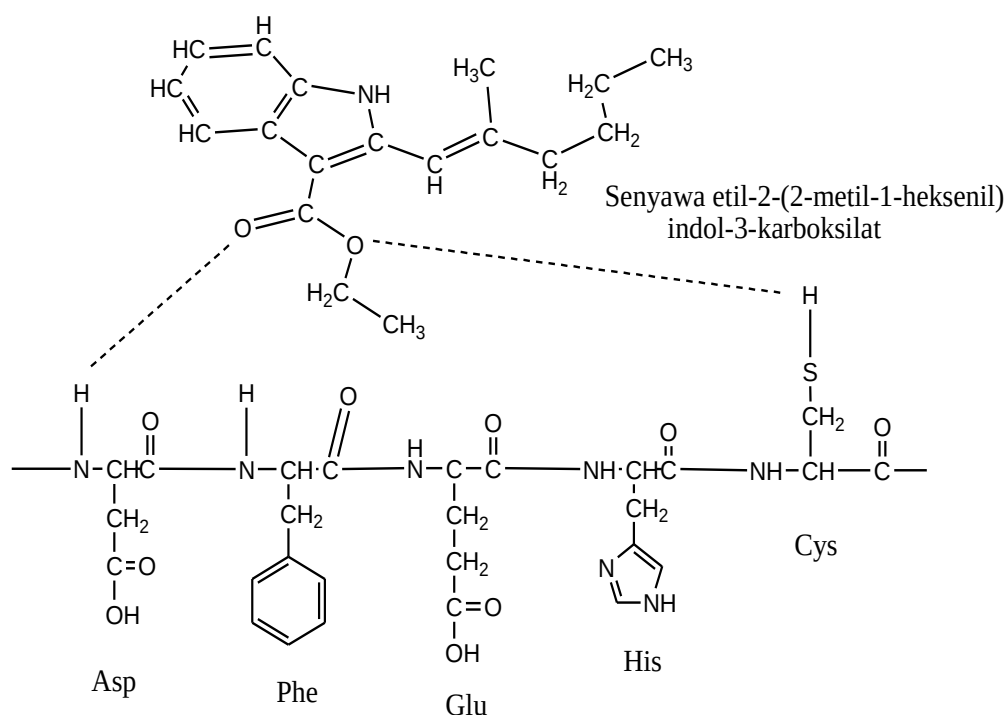
4.2.8.1 In Vivo

Hasil pemeriksaan awal HbsAg kuantitatif atau kadar *tetra value* dalam darah sebesar 20,13. Pemberian ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dengan dosis 1 gram (10 mL) selama 7 hari, menunjukkan adanya penurunan kadar *tetra value* dalam darah menjadi 19,86.

Hasil uji aktivitas selama 7 hari berikutnya menunjukkan adanya penurunan kadar *tetra value* dalam darah menjadi 19,13. Hasil uji aktivitas pada 7 hari berikutnya menunjukkan adanya penurunan yang signifikan menjadi 19,06. Ini menunjukkan secara keseluruhan pemberian ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dapat menurunkan kadar *tetra value* dalam darah.

Penurunan kadar *tetra value* selama terapi 21 hari menunjukkan adanya aktivitas molekul ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dengan membran sel virus hepatitis B. Bagian luar membran sel virus hepatitis B terdiri dari protein HbsAg, sedangkan bagian dalam nukleokapsid terdiri dari protein, enzim polimerase, dan DNA VHB (Virus Hepatitis B). Ion molekul senyawa Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-

karboksilat akan diabsorpsi oleh membran sel pada lambung dan usus penderita. Selanjutnya ion molekul akan berdifusi dalam darah dan mengikat membran sel virus. Ion molekul ini juga akan mengikat gugus aktif pada protein HbsAg sehingga bagian terluar membran sel virus berupa protein mengalami denaturasi. Secara molekular digambarkan sebagai berikut:



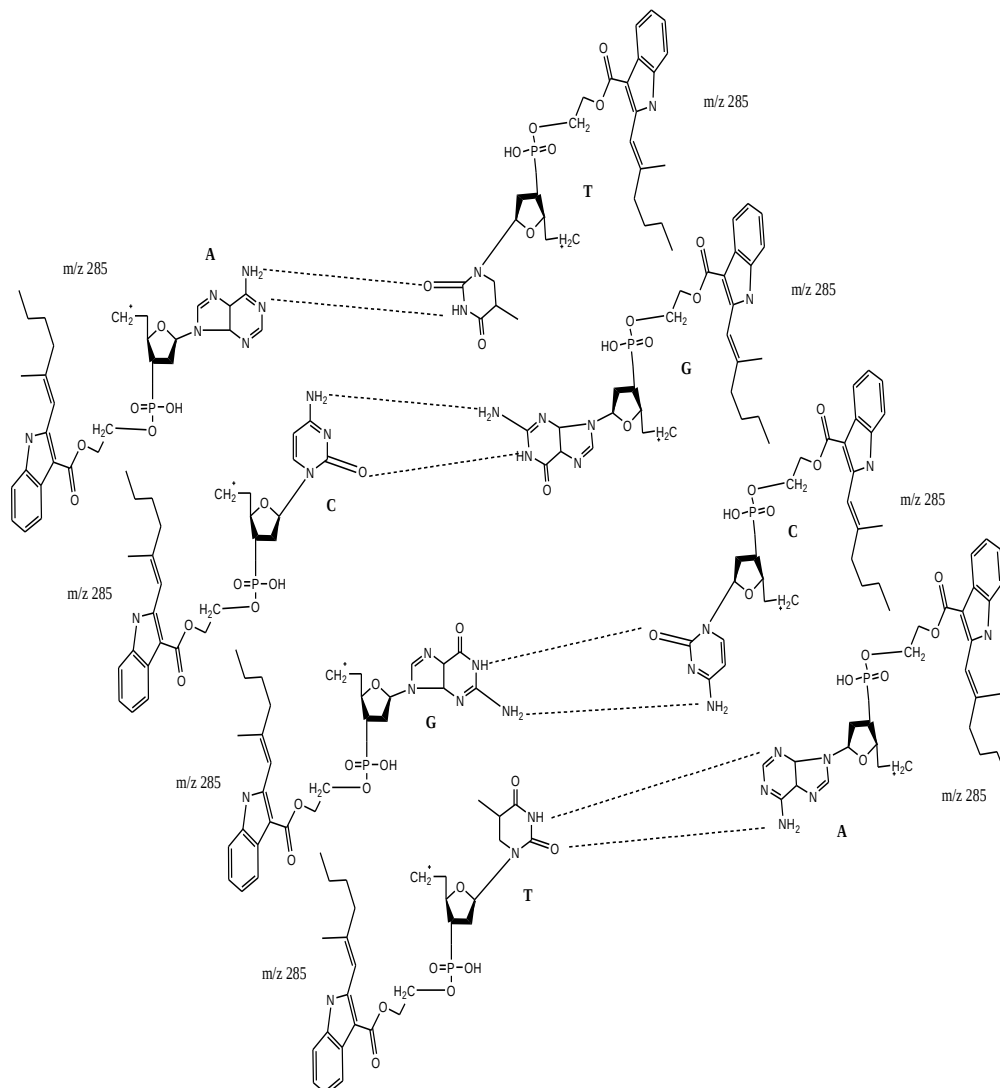
Gambar 4.74 Reaksi Antara Senyawa Etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3 Karboksilat dengan Protein Pada VHB

Gugus-gugus aktif dari senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat akan mereduksi ikatan peptida pada protein Virus Hepatitis B. Akibatnya terjadi denaturasi pada protein HbsAg.

Setelah mengikat protein HbsAg, ion molekul dari senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat ini akan masuk dalam nukleokapsid dan

berinteraksi secara molekular dengan protein HbcAg, enzim polimerase DNA dan DNA virus hepatitis B. ion molekul ini akan membentuk ikatan kovalen dengan enzim polimerase DNA sehingga akan mereduksi ikatan peptida dalam molekul enzim polimerase DNA sehingga replikasi DNA dan RNA menjadi terhambat.

Ada beberapa interaksi molekular senyawa ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak dengan genom DNA hepatitis B. Bentuk interaksi yang paling sederhana dari interaksi molekular senyawa dengan DNA adalah interaksi elektrostatis atau ikatan luar (outside bonding). Interaksi ini terjadi antara molekul kationik dengan kerangka luar (fosfat) DNA yang bermuatan parsial negatif. Contoh interaksi ini adalah interaksi antara fragmen hasil GC-MS berupa ion molekul etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat dengan m/z 285 dengan sisi luar fosfat DNA.



Gambar 4. 75 Interaksi Molekular Ion Molekul etil-2-(2-metil-1 heksenil) indol-3-karboksilat dengan Gugus Terluar Ikatan Fosfat pada DNA VHB

Jenis interaksi berikutnya adalah interkalasi. Interaksi ini menuntut adanya perubahan konformasi (distorsi) kerangka DNA untuk memberikan “space” pada fragmen ion molekul etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat yang masuk. Umumnya, pasangan basa dalam DNA yang berdekatan akan saling menjauhkan diri untuk memberikan diri untuk

memberikan ruang yang cukup bagi masuknya molekul senyawa hasil GC-MS. Fragmen ion molekul etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat akan berinteraksi dengan masing-masing basa aromatic heterosiklik. Secara umum interaksi ion molekul etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat dengan genom DNA VHB sebagai berikut:

Gambar 4. 76 Interaksi Molekular Ion Molekul etil-2-(2-metil-1-heksenil) indol-3-karboksilat dengan Genom DNA VHB

Proses ini menyebabkan terjadinya peregang struktur *double helix* DNA yang berakibat pada terjadinya densitas elektron pada kerangka fosfat serta terjadinya perubahan konformasi gula DNA. Ikatan hidrogen memegang peranan penting pada proses replikasi virus dan memelihara keutuhan DNA virus hepatitis B. Basa purin dan pirimidin dalam biosintesis protein berfungsi sebagai pembuat cetakan. Bila ikatan hidrogen antara basa dalam virus hepatitis B digantikan dengan senyawa yang dapat membentuk ikatan yang lebih kuat dari ikatan hidrogen dan bersifat irreversible, seperti ikatan kovalen yang dapat mendesak mutagen dan menghambat pertumbuhan replikasi virus hepatitis B (Siswandono dan Soekardjo, 1998: 11).

Terjadinya mutasi pada DNA virus hepatitis B menyebabkan terhambatnya proses DNA repair menjadi *ccc DNA (double stranded covalently close circle DNA)* sehingga transkripsi menjadi pangenom RNA tidak dapat terbentuk. Tidak terbentuknya pangenom RNA menyebabkan

tidak terjadinya proses translasi pregenom RNA yang akan menghasilkan protein core (HbcAg), HBeAg, dan enzim polimerase (Soemoharjo, 2008: 2).

Untuk mengetahui aktivitas ekstrak dalam tubuh secara kimia dalam sistem biologis, perlu dilakukan uji sifat fisikokimia. Sifat fisikokimia memegang peranan penting dalam pengangkutan ekstrak untuk mencapai reseptor. Sifat fisikokimia yang berhubungan dengan aktivitas biologis antara lain massa jenis, kelarutan, titik didih dan putaran optik.

Massa jenis dalam aktivitas biologis berhubungan dengan Massa molekul relatif (Mr). Ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki massa jenis 1,02 gr/mL. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai massa jenis maka massa molekul relatif dari suatu zat semakin besar serta struktur senyawa dan hambatan ruang juga besar sehingga proses reaksi terhadap penurunan *tetra value* lambat.

Sifat kelarutan pada umumnya berhubungan dengan kelarutan pelarut polar dan nonpolar. Senyawa dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki sifat kelarutan dalam pelarut polar. Hal ini menunjukkan ion molekul dalam senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat larut dalam cairan tubuh yang bersifat polar. Sifat kelarutan berhubungan dengan kemampuan senyawa dalam ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak untuk terabsorpsi dalam darah dan dapat berdifusi ke dalam membran sel hati kemudian akan mereduksi protein dalam virus hepatitis B.

Titik didih digunakan untuk memperkirakan secara tak langsung seberapa kuat gaya tarik ekstrak dalam cairan. Semakin besar titik didih ekstrak maka kereaktifannya dalam proses metabolisme semakin kecil. Titik didih ekstrak adalah 110^0 C. dengan demikian proses pemutusan ikatan hidrogen ion molekul dalam senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karoksilat dalam ekstrak membutuhkan energi dan waktu lama, sehingga laju difusi senyawa dan interaksi dengan reseptor dalam tubuh semakin lama. Hal ini menyebabkan ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki efek farmakologi yang lambat dalam tubuh.

Struktur senyawa optis aktif sangat berpengaruh terhadap proses difusi ion molekul dan interaksi dengan reseptor-reseptor dalam tubuh. Struktur senyawa optis aktif ke kanan akan lebih cepat berinteraksi dibandingkan dengan senyawa yang mempunyai optis aktif ke kiri. Karena ekstrak kombinasi kulit batang marungga hutan dan rimpang temulawak memiliki senyawa optis aktif ke kanan maka interaksi ion dalam senyawa etil-2-(2-metil-1-heksenil)indol-3-karboksilat mempunyai efek terhadap penurunan *tetra value* hepatitis B.