

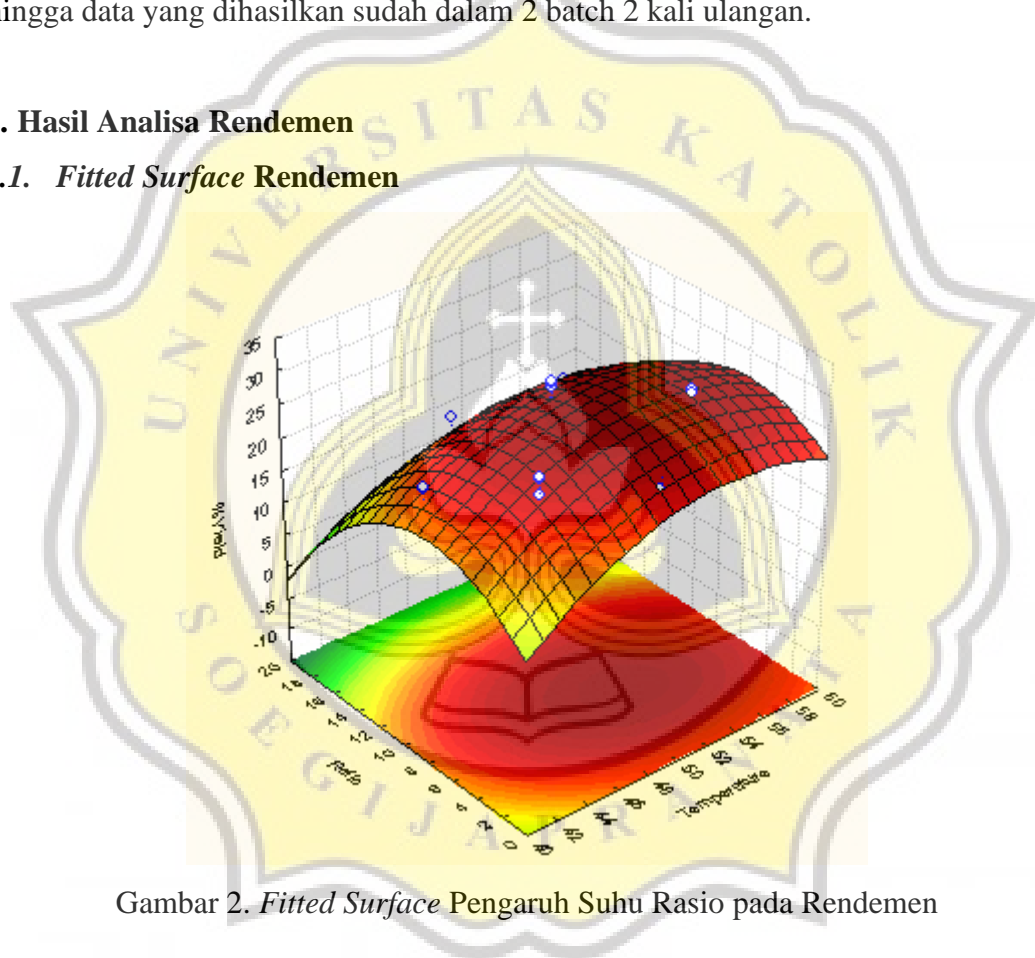
Tabel 2. Hasil Oleoresin dan Hasil Analisa Lanjutan (Lanjutan)

No Sampel	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Rasio (gram)	Rendemen (%)	Kadar Fenol (%)	Aktivitas Antioksidan (%)
16'	50,0	37,5	10,0	25,00	90,10	53,71
17'	50,0	37,5	10,0	30,40	83,96	48,16

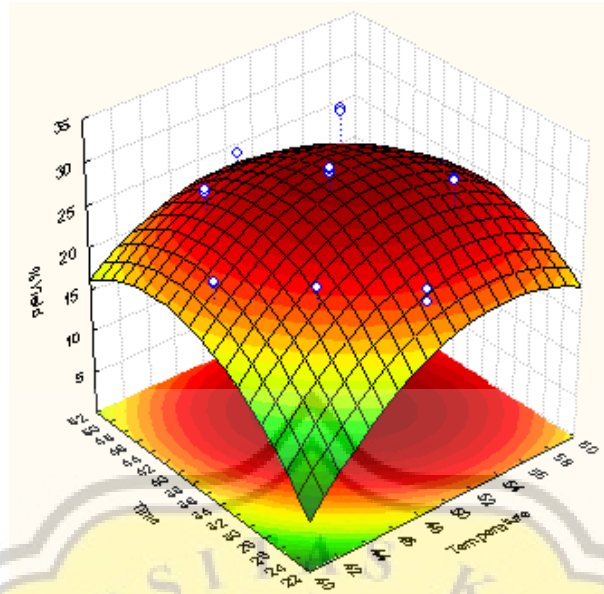
Pada Tabel 2 diketahui bahwa data yang diperoleh yakni hasil rendemen, data fenol, dan data antioksidan. Hasil rendemen, total fenol, dan aktivitas antioksidan dinyatakan dalam %. Data hasil analisa ini menggunakan metode *response surface methods* sehingga data yang dihasilkan sudah dalam 2 batch 2 kali ulangan.

3.2. Hasil Analisa Rendemen

3.2.1. *Fitted Surface Rendemen*

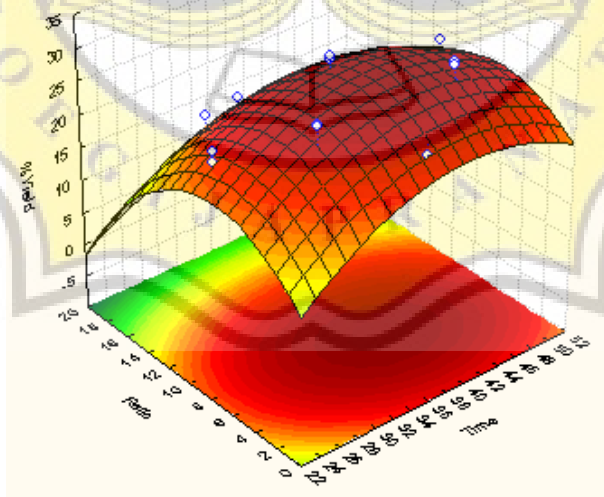
Gambar 2. *Fitted Surface* Pengaruh Suhu Rasio pada Rendemen

Pada Gambar 2. diketahui bahwa *fitted surface* yang ditampilkan berdasarkan pengaruh suhu dan rasio. Grafik yang terbentuk yakni grafik maksimum. Pada grafik, suhu dan rasio optimum ditunjukkan pada warna merah tua.



Gambar 3. *Fitted Surface* Pengaruh Suhu Waktu pada Rendemen

Pada Gambar 3. diketahui bahwa *fitted surface* yang ditampilkan berdasarkan pengaruh suhu dan waktu. Grafik yang terbentuk yakni grafik maksimum. Pada grafik, suhu dan waktu optimum ditunjukkan pada warna merah tua.



Gambar 4. *Fitted Surface* Pengaruh Waktu Rasio pada Rendemen

Pada Gambar 4. diketahui bahwa *fitted surface* yang ditampilkan berdasarkan pengaruh waktu dan rasio. Grafik yang terbentuk yakni grafik maksimum. Pada grafik, waktu dan rasio optimum ditunjukkan pada warna merah tua.

3.2.2. ANOVA Rendemen

Hasil ANOVA rendemen dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil ANOVA Rendemen

Faktor	SS	df	MS	F	p
Suhu (L)	44,361	1	44,3613	7,15688	0,013236
Suhu (Q)	76,854	1	76,8543	12,39903	0,001748
Waktu (L)	8,105	1	8,1050	1,30759	0,264109
Waktu (Q)	82,854	1	82,8540	13,36697	0,001250
Rasio (L)	534,978	1	534,9777	86,30878	0,000000
Rasio (Q)	277,821	1	277,8212	44,82133	0,000001
1L by 2L	12,367	1	12,3669	1,99518	0,170637
1L by 3L	4,202	1	4,2025	0,67800	0,418385
2L by 3L	2,947	1	2,9469	0,47544	0,497111
Error	148,762	24	6,1984		
Total SS	1062,325	33			

Keterangan :

SS = Sum of Square

df = degree of freedom

MS = Mean of Square

Pada Tabel 3. diketahui bahwa perlakuan yang signifikan ditunjukkan pada baris yang berwarna merah. Perlakuan suhu, waktu, dan rasio menunjukkan perlakuan signifikan terhadap hasil rendemen. Perlakuan yang signifikan menunjukkan bahwa perlakuan tersebut mempengaruhi hasil rendemen.

3.2.3. Regresi Rendemen

Hasil regresi rendemen dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Regresi Rendemen

Faktor	Koefisien Regresi	p
Mean	-282,901	0,000309
Suhu (L)	8,724	0,000585
Suhu (Q)	-0,074	0,001748
Waktu (L)	3,915	0,001585
Waktu (Q)	-0,034	0,001250
Rasio (L)	3,377	0,029267
Rasio (Q)	-0,140	0,000001
1L by 2L	-0,023	0,170637
1L by 3L	-0,020	0,418385
2L by 3L	-0,011	0,497111
R2	0,85997	

Pada Tabel 4. diketahui bahwa baris yang berwarna merah menunjukkan data yang signifikan. Pada analisa regresi rendemen ditunjukkan nilai *mean*, perlakuan suhu, perlakuan waktu, dan perlakuan rasio signifikan. Data yang signifikan menunjukkan bahwa perlakuan mempengaruhi hasil rendemen.

3.2.4. Critical Values Rendemen

Hasil *critical values* dapat dilihat pada Tabel 5.

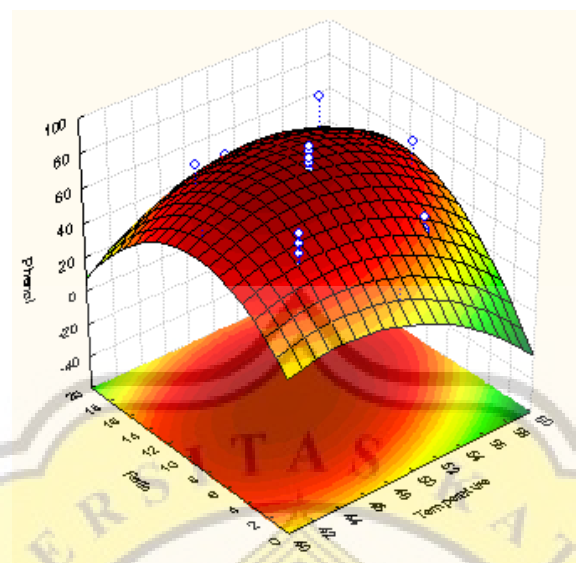
Tabel 5. Hasil Analisa *Critical Values* Rendemen

Faktor	<i>Observed Minimum</i>	<i>Critical Values</i>	<i>Observed Maximum</i>
Suhu (°C)	41,59	52,04	58,41
Waktu (menit)	24,89	38,42	50,11
Rasio (gram)	1,59	6,66	18,41

Pada Tabel 5. diketahui bahwa hasil analisa *critical values* menunjukkan suhu, waktu, dan rasio optimal. Suhu terbaik ekstraksi pada suhu 52,04°C. Waktu terbaik ekstraksi selama 38,42 menit. Rasio terbaik ekstraksi dengan menggunakan bubuk pala sebanyak 6,66%.

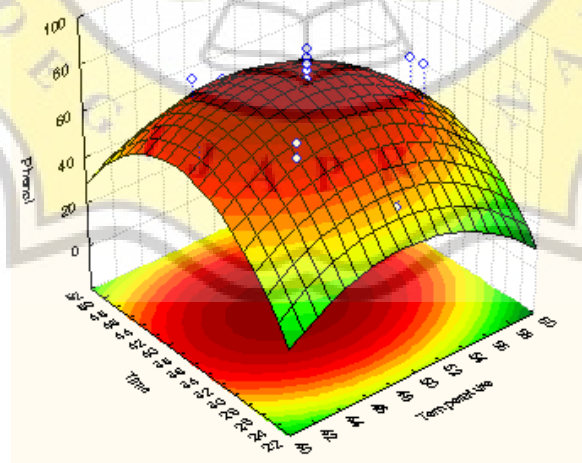
3.3. Hasil Analisa Total Fenol

3.3.1. *Fitted Surface* Total Fenol



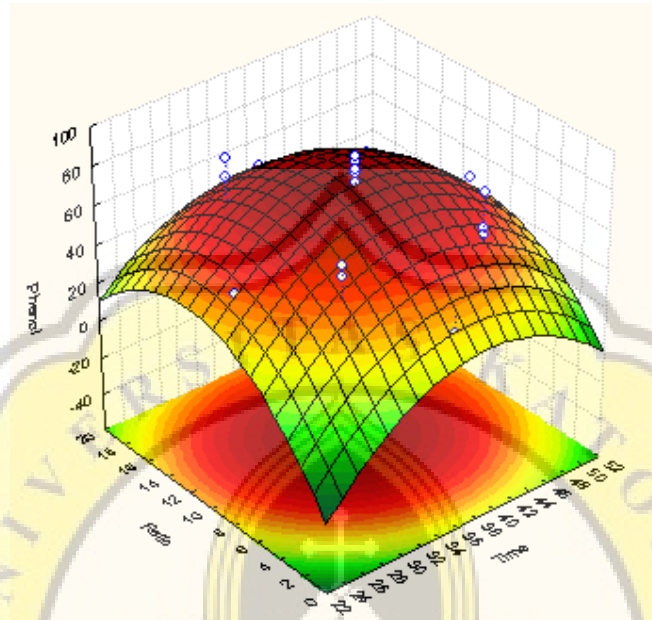
Gambar 5. *Fitted Surface* Pengaruh Suhu Rasio pada Analisa Fenol

Pada Gambar 5. diketahui bahwa *fitted surface* yang ditampilkan berdasarkan pengaruh suhu dan rasio. Grafik yang terbentuk yakni grafik maksimum. Pada grafik, suhu dan rasio optimum ditunjukkan pada warna merah tua.



Gambar 6. *Fitted Surface* Pengaruh Suhu Waktu pada Analisa Fenol

Pada Gambar 6. diketahui bahwa *fitted surface* yang ditampilkan berdasarkan pengaruh suhu dan waktu. Grafik yang terbentuk yakni grafik maksimum. Pada grafik, suhu dan waktu optimum ditunjukkan pada warna merah tua.



Gambar 7. *Fitted Surface* Pengaruh Waktu Rasio pada Analisa Fenol

Pada Gambar 7. diketahui bahwa *fitted surface* yang ditampilkan berdasarkan pengaruh waktu dan rasio. Grafik yang terbentuk yakni grafik maksimum. Pada grafik, waktu dan rasio optimum ditunjukkan pada warna merah tua.

3.3.2. ANOVA Total Fenol

Hasil ANOVA dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisa ANOVA pada Total Fenol

Faktor	SS	Df	MS	F	p
Suhu (L)	477,736	1	477,736	2,66501	0,115630
Suhu (Q)	860,011	1	860,011	4,79750	0,038453
Waktu (L)	7,317	1	7,317	0,04082	0,841596
Waktu (Q)	2234,606	1	2234,606	12,46555	0,001708
Rasio (L)	445,814	1	445,814	2,48693	0,127887
Rasio (Q)	2768,037	1	2768,037	15,44125	0,000629
1L by 2L	11,192	1	11,192	0,06243	0,804818
1L by 3L	408,060	1	408,060	2,27632	0,144416
2L by 3L	60,531	1	60,531	0,33767	0,566595
Error	4302,301	24	179,263		
Total SS	9633,551	33			

Keterangan :

SS = Sum of Square

df = degree of freedom

MS = Mean of Square

Pada Tabel 6. diketahui bahwa data yang signifikan ditunjukkan pada baris yang berwarna merah. Perlakuan rasio menunjukkan data yang signifikan. Data signifikan merupakan perlakuan yang mempengaruhi hasil total fenol.

3.3.3. Regresi Total Fenol

Hasil regresi pada total fenol dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Regresi Fenol

Faktor	Koefisien Regresi	p
Mean	-755,031	0,047432
Suhu (L)	22,684	0,067626
Suhu (Q)	-0,247	0,038453
Waktu (L)	14,839	0,019247
Waktu (Q)	-0,177	0,001708
Rasio (L)	1,517	0,848095
Rasio (Q)	-0,443	0,000629
1L by 2L	-0,022	0,804818
1L by 3L	0,202	0,144416
2L by 3L	-0,052	0,566595
R ²	0,5534	

Pada Tabel. 7. diketahui bahwa bahwa baris yang berwarna merah menunjukkan data yang signifikan. Pada analisa regresi total fenol ditunjukkan nilai mean, perlakuan suhu, perlakuan waktu, dan perlakuan rasio signifikan. Data yang signifikan menunjukkan bahwa perlakuan mempengaruhi hasil %rendemen.

3.3.4. Critical Values Total Fenol

Hasil *critical values* dapat dilihat pada Tabel 8.

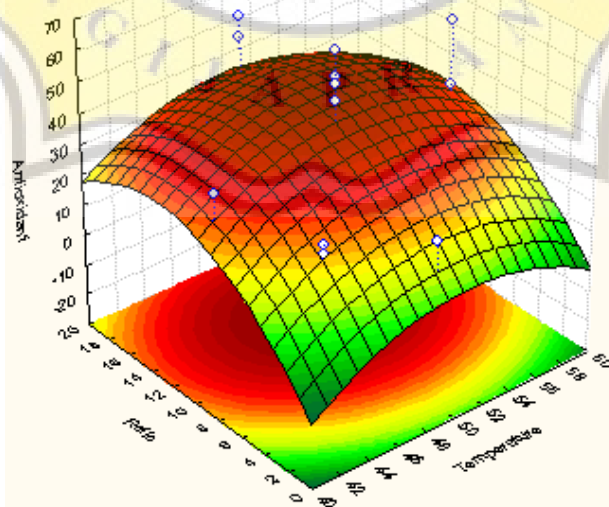
Tabel 8. Hasil *Critical Values* pada Total Fenol

Faktor	<i>Observed Minimum</i>	<i>Critical Values</i>	<i>Observed Maximum</i>
Suhu (°C)	41,59	48,56	58,41
Waktu (menit)	24,89	37,31	50,11
Rasio (gram)	1,59	10,59	18,41

Pada Tabel 8. diketahui bahwa hasil analisa *critical values* menunjukkan suhu, waktu, dan rasio optimal. Suhu ekstraksi terbaik pada suhu 48,56°C. Waktu ekstraksi terbaik selama 37,31 menit. Rasio bubuk pala terbaik yang digunakan pada rasio 10,59%.

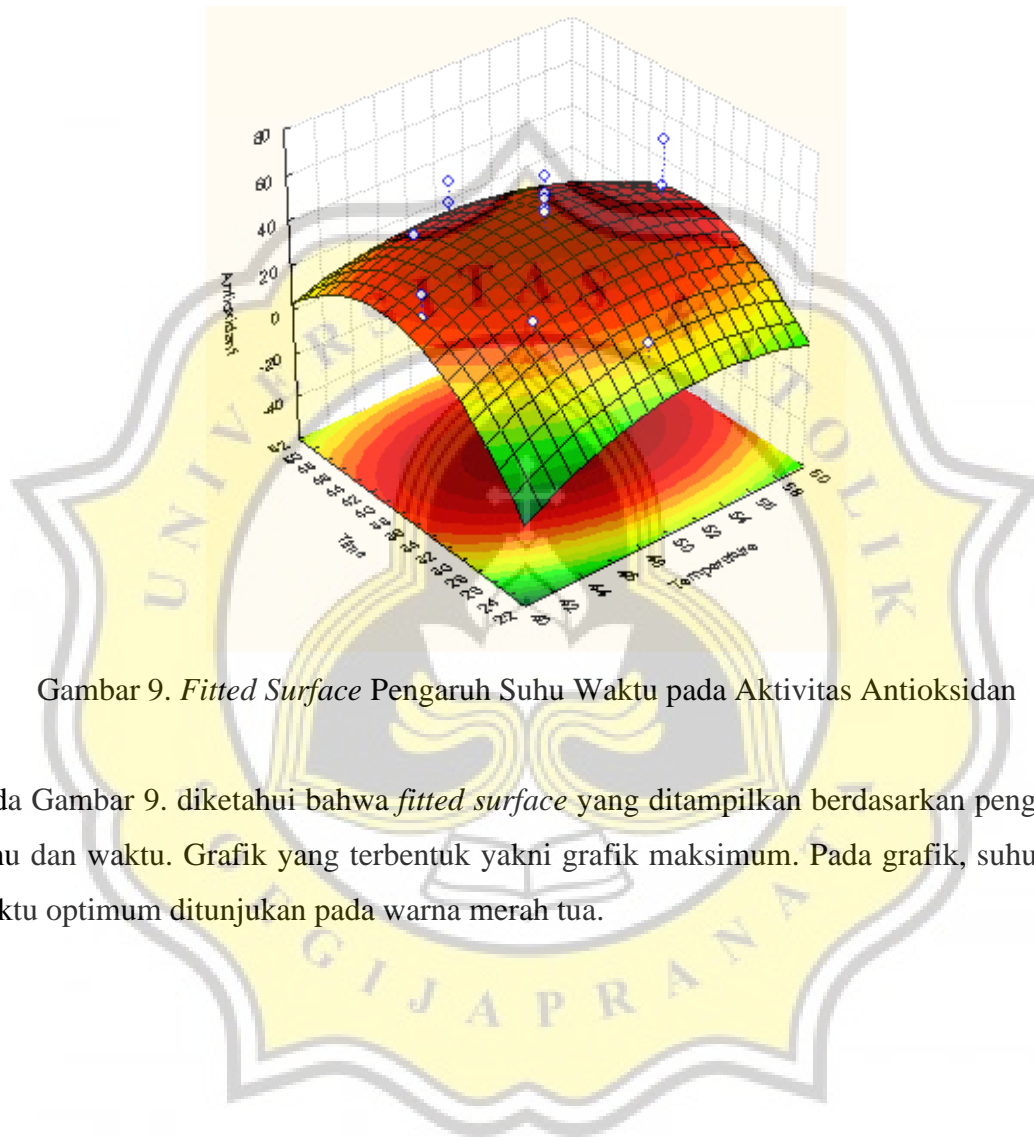
3.4. Hasil Aktivitas Antioksidan

3.4.1. Fitted Surface Aktivitas Antioksidan



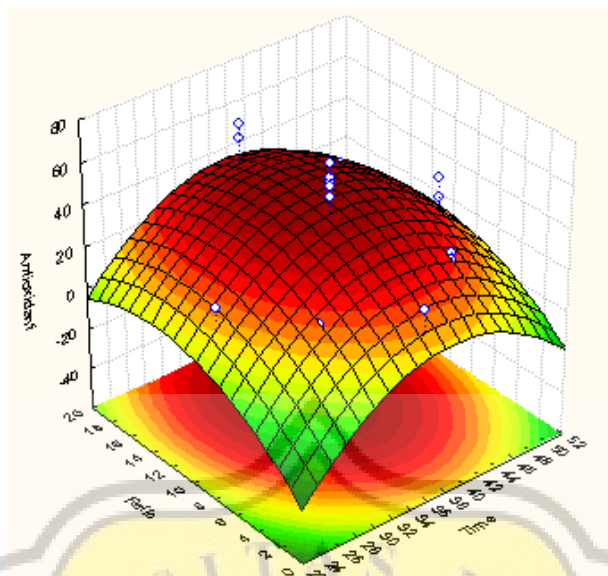
Gambar 8. *Fitted Surface* Pengaruh Suhu Rasio pada Aktivitas Antioksidan

Pada Gambar 8. diketahui bahwa *fitted surface* yang ditampilkan berdasarkan pengaruh suhu dan rasio. Grafik yang terbentuk yakni grafik maksimum. Pada grafik, suhu dan rasio optimum ditunjukkan pada warna merah tua.



Gambar 9. *Fitted Surface* Pengaruh Suhu Waktu pada Aktivitas Antioksidan

Pada Gambar 9. diketahui bahwa *fitted surface* yang ditampilkan berdasarkan pengaruh suhu dan waktu. Grafik yang terbentuk yakni grafik maksimum. Pada grafik, suhu dan waktu optimum ditunjukkan pada warna merah tua.



Gambar 10. *Fitted Surface* Pengaruh Waktu Rasio pada Aktivitas Antioksidan

Pada Gambar 10. diketahui bahwa *fitted surface* yang ditampilkan berdasarkan pengaruh waktu dan rasio. Grafik yang terbentuk yakni grafik maksimum. Pada grafik, waktu dan rasio optimum ditunjukkan pada warna merah tua.

3.4.2. ANOVA Aktivitas Antioksidan

Hasil ANOVA dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil ANOVA Aktivitas Antioksidan

Faktor	SS	Df	MS	F	p
Suhu (L)	16,322	1	16,322	0,09105	0,765444
Suhu (Q)	370,444	1	370,444	2,06647	0,163481
Waktu (L)	52,553	1	52,553	0,29316	0,593194
Waktu (Q)	1847,443	1	1847,443	10,30568	0,003747
Rasio (L)	945,416	1	945,416	5,27386	0,030680
Rasio (Q)	668,958	1	668,958	3,73168	0,065280
1L by 2L	57,103	1	57,103	0,31854	0,577725
1L by 3L	1,841	1	1,841	0,01027	0,920132
2L by 3L	4,773	1	4,773	0,02662	0,871750
Error	4302,349	24	179,265		
Total SS	7432,282	33			

Keterangan :

SS = Sum of Square

df = degree of freedom

MS = Mean of Square

Pada Tabel 9. diketahui bahwa data yang signifikan ditunjukkan pada baris yang berwarna merah. Perlakuan waktu dan rasio menunjukkan data yang signifikan. Data signifikan merupakan perlakuan yang mempengaruhi hasil aktivitas antioksidan.

3.4.3. Regresi Aktivitas Antioksidan

Hasil regresi aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Regresi Aktivitas Antioksidan

Faktor	Koefisien Regresi	P
Mean	-742,355	0,050974
Suhu (L)	18,393	0,133779
Suhu (Q)	-0,162	0,163481
Waktu (L)	14,919	0,018674
Waktu (Q)	-0,161	0,003747
Rasio (L)	6,759	0,396815
Rasio (Q)	-0,218	0,065280
1L by 2L	-0,050	0,577725
1L by 3L	-0,014	0,920132
2L by 3L	-0,015	0,871750
R2	0,42113	

Pada Tabel 10. diketahui bahwa hasil analisa regresi aktivitas antioksidan tidak ada yang signifikan. Pada data waktu menunjukkan data yang signifikan. Data signifikan merupakan perlakuan yang mempengaruhi hasil aktivitas antioksidan.

3.4.4. Critical Values Aktivitas Antioksidan

Hasil *critical values* aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 11.

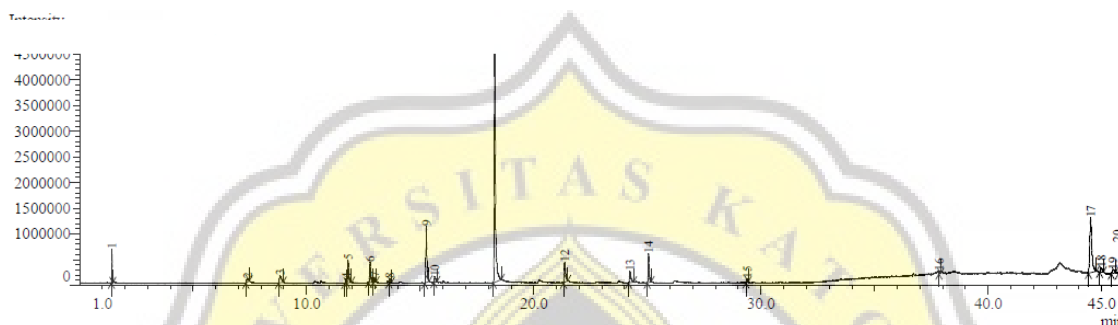
Tabel 11. Hasil *Critical Values* Aktivitas Antioksidan

Faktor	<i>Observed Minimum</i>	<i>Critical Values</i>	<i>Observed Maximum</i>
Suhu (°C)	41,59	50,30	58,41
Waktu (menit)	24,89	37,91	50,11
Rasio (gram)	1,59	12,68	18,41

Pada Tabel 11. diketahui bahwa hasil analisa *critical values* menunjukkan suhu, waktu, dan rasio optimal. Suhu ekstraksi terbaik pada suhu 50,3°C. Waktu ekstraksi terbaik 37,91 menit. Rasio bubuk pala terbaik pada 12,68%.

3.5. Hasil GC-MS (*Gas Cromatografy Mass Spectrometry*)

3.5.1. Hasil *Peak* GC-MS Oleoresin Pala



Gambar 11. Hasil GC-MS Oleoresin Pala

Pada gambar 11. merupakan hasil GC-MS oleoresin pala. Pada gambar ditunjukkan bahwa terdapat 20 senyawa yang terbaca. Senyawa yang terbaca muncul pada menit yang berbeda-beda. Pada senyawa nomor 11 menunjukkan *peak* paling tinggi.

3.5.2. Tabel Analisa *Peak* Oleoresin Pala

Hasil *peak* analisa GC-MS dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Analisa GC-MS Oleoresin Pala

No Peak	Kandungan (%)	Nama Senyawa
1	1,84	<i>Ethanol</i>
2	0,76	<i>α-Thujene</i>
3	2,14	<i>β-Phellandrene</i>
4	0,63	<i>γ-Terpinene</i>
5	3,96	<i>trans Sabinene hydrate</i>
6	3,34	<i>trans Sabinene hydrate</i>
7	0,66	<i>Ether, p-menth-6-en-2-yl methyl</i>
8	0,53	<i>Ether, p-menth-6-en-2-yl methyl</i>
9	8,56	<i>3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- (CAS)</i>
10	0,83	<i>α-Terpineol</i>
11	39,8	<i>1,3-Benzodioxole, 5-(2-propenyl)- (CAS)</i>
12	3,71	<i>Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)- (CAS)</i>
13	2,32	<i>Croweacin</i>
14	4,38	<i>cis-Asarone</i>
15	0,51	<i>Tetradecanoic acid, methyl ester (CAS)</i>
16	0,5	<i>d-Nerolidol</i>
17	16,06	<i>Adamantane-1-carboxylic acid (2-methyl-4-thiocyanato-phenyl)-amide</i>
18	1,12	<i>4'-Hydrazino-4-pentyl-2',3',5',6'-tetrafluorobiphenyl</i>
19	1,1	<i>Naphthalene, 1,1'-(1,10-decanediyl)bis[decahydro- (CAS)</i>
20	7,26	<i>Adamantane-1-carboxylic acid (2-methyl-4-thiocyanato-phenyl)-amide</i>

Pada Tabel 12. menunjukkan ada 20 senyawa yang teranalisa. Senyawa yang teranalisa memiliki kadar yang berbeda-beda. Senyawa dengan kandungan tertinggi yakni *1,3-Benzodioxole, 5-(2-propenyl)- (CAS)*. Pada senyawa *trans Sabinene hydrate* dan *Ether, p-menth-6-en-2-yl methyl* terbaca dalam 2 *peak*.