

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Pengamatan Pendahuluan

Tabel 1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Faktor	<i>Observed Minimum</i>	<i>Critical Values</i>	<i>Observed Maximum</i>
Suhu (°C)	36,59104	57,86998	53,40896
Waktu (menit)	24,88655	34,61871	50,11345
Rasio (gr)	1,59104	27,8958	18,40896

Berdasarkan Tabel 1 Hasil Pendahuluan penelitian pendahuluan dilakukan dengan menggunakan rasio 5, 10 dan 15 gram dengan suhu 40,45, dan 50 °C serta waktu 30, 37.5 serta 45 menit. Penelitian pendahuluan dilakukan dengan 17 sampel dalam 1 batch. pada tabel 1. didapatkan rasio yang baik untuk ekstraksi lemak pala menggunakan n-heksana adalah 27,9 gram dengan suhu 57,9 °C dan waktu 34,6 menit. Sehingga penelitian ini menggunakan rasio 28 gram dalam 100 ml n-heksan. Suhu 57,9 °C tidak digunakan karena pertimbangan titik didih dari pelarut.

3.2. Hasil Ekstraksi dan Analisa

Hasil ekstraksi dan analisa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Ekstraksi dan Analisa

No	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Rasio (gr)	Rendemen (gr)	% rendemen	Bilangan Penyabunan (mg KOH/ gr lemak)	Bilangan Asam (mg KOH/ gr lemak)	Bilangan Ester
1	40.0	30.0	21.0	4.21	20.05	140.25	17.952	122.298
2	40.0	30.0	35.0	7.92	22.63	155.21	16.082	139.128
3	40.0	45.0	21.0	4.32	20.57	149.6	17.204	132.396
4	40.0	45.0	35.0	8.42	24.06	164.56	17.204	147.356
5	50.0	30.0	21.0	4.23	20.14	173.91	19.822	154.088
6	50.0	30.0	35.0	8.14	23.26	158.95	16.456	142.494
7	50.0	45.0	21.0	4.25	20.24	164.56	16.83	147.73
8	50.0	45.0	35.0	8.32	23.77	155.21	16.83	138.38
9	36.6	37.5	28.0	6.02	21.50	168.3	16.83	151.47
10	53.4	37.5	28.0	7.38	26.36	164.56	14.96	149.6
11	45.0	24.9	28.0	5.86	20.93	164.56	16.83	147.73
12	45.0	50.1	28.0	5.94	21.21	155.21	17.578	137.632
13	45.0	37.5	16.2	3.21	19.78	149.6	17.204	132.396
14	45.0	37.5	39.8	7.09	17.83	160.82	16.456	144.364
15 (C)	45.0	37.5	28.0	6.48	23.14	136.51	17.952	118.558
16 (C)	45.0	37.5	28.0	6.85	24.46	136.51	15.334	121.176
17 (C)	45.0	37.5	28.0	6.59	23.54	145.86	16.83	129.03
1'	40.0	30.0	21.0	4.22	20.10	149.6	14.586	135.014
2'	40.0	30.0	35.0	6.50	18.57	132.77	13.838	118.932
3'	40.0	45.0	21.0	4.35	20.71	153.34	14.96	138.38
4'	40.0	45.0	35.0	7.48	21.37	160.82	14.96	145.86
5'	50.0	30.0	21.0	4.20	20.00	153.34	16.082	137.258
6'	50.0	30.0	35.0	7.91	22.60	123.42	16.456	106.964
7'	50.0	45.0	21.0	4.20	20.00	140.25	15.708	124.542
8'	50.0	45.0	35.0	7.93	22.66	170.17	16.082	154.088
9'	36.6	37.5	28.0	6.45	23.04	192.61	17.952	174.658
10'	53.4	37.5	28.0	6.30	22.50	183.26	17.204	166.056
11'	45.0	24.9	28.0	6.50	23.21	170.17	15.708	154.462
12'	45.0	50.1	28.0	6.48	23.14	153.34	17.952	135.388
13'	45.0	37.5	16.2	3.24	19.97	145.86	16.082	129.778
14'	45.0	37.5	39.8	8.39	21.09	158.95	18.326	140.624
15 (C)'	45.0	37.5	28.0	6.88	24.57	149.6	18.7	130.9
16 (C)'	45.0	37.5	28.0	6.47	23.11	117.81	19.822	97.988
17 (C)'	45.0	37.5	28.0	6.69	23.89	136.51	19.074	117.436

Keterangan :

C : center

' : batch ke 2

Berdasarkan Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 34 sampel yang merupakan hasil dari 2 batch berbeda dengan pengulangan sebanyak 2 kali. sampel no 1-17 menunjukkan sampel pada batch 1, sedangkan sampel no 1'-17' merupakan sampel batch kedua. Parameter dari penelitian adalah suhu, waktu, dan rasio. Rancangan percobaan diolah oleh software RSM sehingga didapatkan 17 macam rancangan percobaan dimana 3 diantaranya merupakan *center*. Perlakuan *center* merupakan kombinasi dari rasio, waktu dan suhu yang dianggap akan memiliki hasil paling baik daripada kombinasi lainnya. Tabel menunjukkan nilai rendemen, persen rendemen, nilai bilangan asam, nilai bilangan penyabunan dan nilai bilangan ester. Pada perlakuan *center* didapati nilai persen rendemen dan bilangan asam paling tinggi. Sementara untuk bilangan penyabunan dan bilangan ester menunjukkan nilai paling rendah.

3.3. Persen Rendemen

3.3.1. Tabel ANOVA

Hasil dari ANOVA persen rendemen dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil ANOVA Persen Rendemen

Faktor	SS	df	MS	F value	p value
(1)Suhu (L)	5.1648	1	5.16479	2.74198	0.110762
Suhu (Q)	1.0875	1	1.08752	0.57737	0.454746
(2)Waktu (L)	1.4989	1	1.49890	0.79577	0.381220
Waktu (Q)	9.5875	1	9.58751	5.09000	0.033451
(3) Rasio (L)	9.0421	1	9.04206	4.80042	0.038399
Rasio (Q)	52.1648	1	52.16483	27.69426	0.000021
1L By 2L	1.3834	1	1.38342	0.73446	0.399919
1L By 3L	2.8096	1	2.80961	1.49162	0.233827
2L By 3L	0.7929	1	0.79295	0.42098	0.522611
Error	45.2063	24	1.88360		
Total SS	121.0627	33			

Keterangan :

L : linear

Q : quadran

1L by 2L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear waktu

1L by 3L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

2L by 3L : persamaan linear waktu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

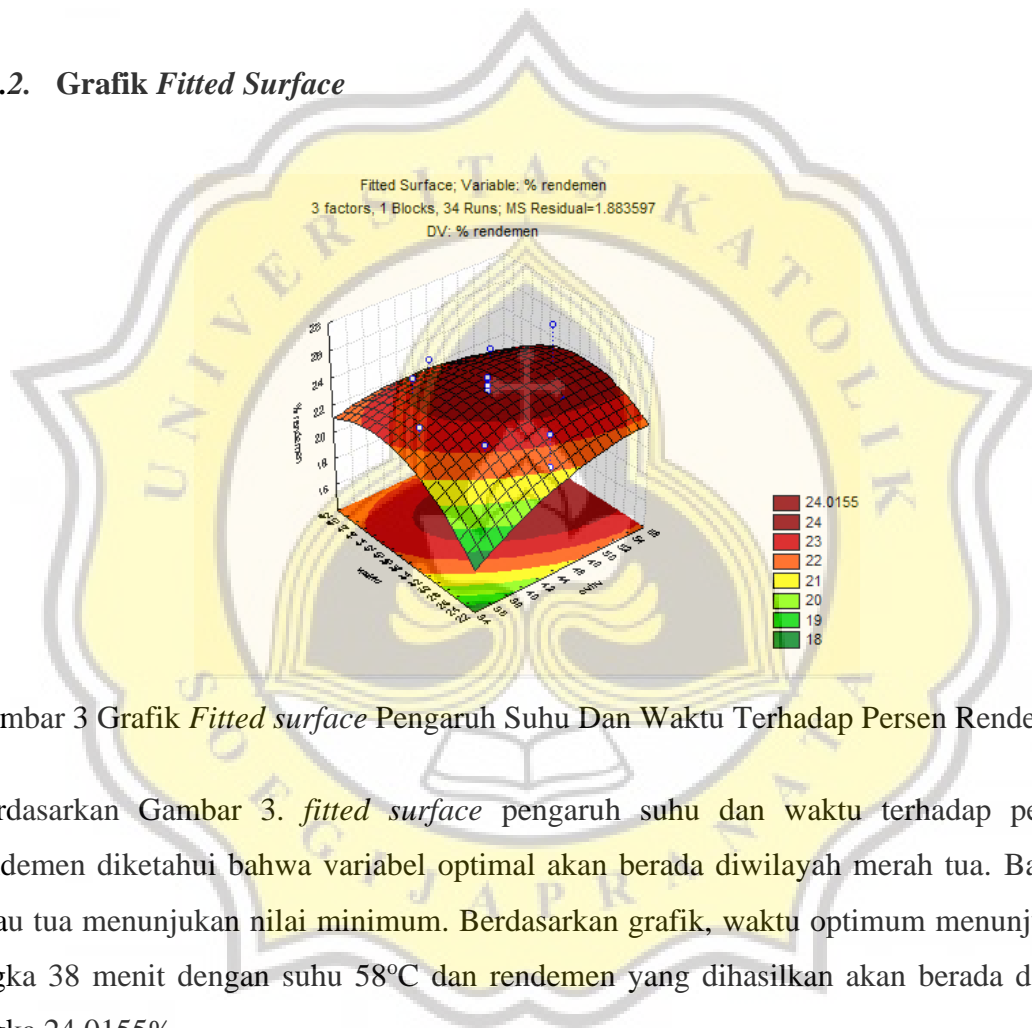
MS : *Mean Squares*

SS : *Sum of Squares*

df : *degree of freedom*

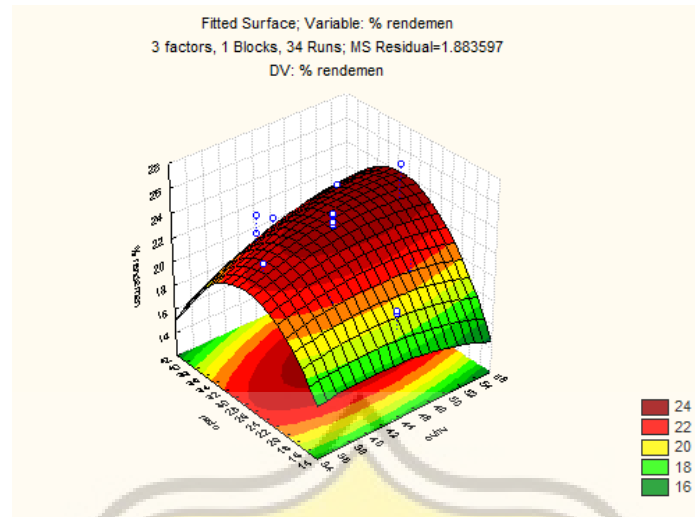
Berdasarkan Tabel 3. Hasil ANOVA persen rendemen dapat diketahui bahwa terdapat 3 variabel yaitu suhu, waktu, dan rasio. Pada tabel 3 juga dijabarkan tentang hubungan antar variabel. Variabel yang memiliki nilai signifikan merupakan waktu (Q), rasio (L), serta rasio (Q). Nilai F tertinggi dan nilai p terendah dimiliki oleh rasio (Q) dengan nilai F sebesar 27,69426 serta nilai p sebesar 0,000021. Sementara nilai F terendah dan nilai p tertinggi dimiliki oleh variabel 2L by 3L (interaksi antara waktu dan rasio) dengan nilai F sebesar 0,7929 dan nilai p 0,522611.

3.3.2. Grafik *Fitted Surface*

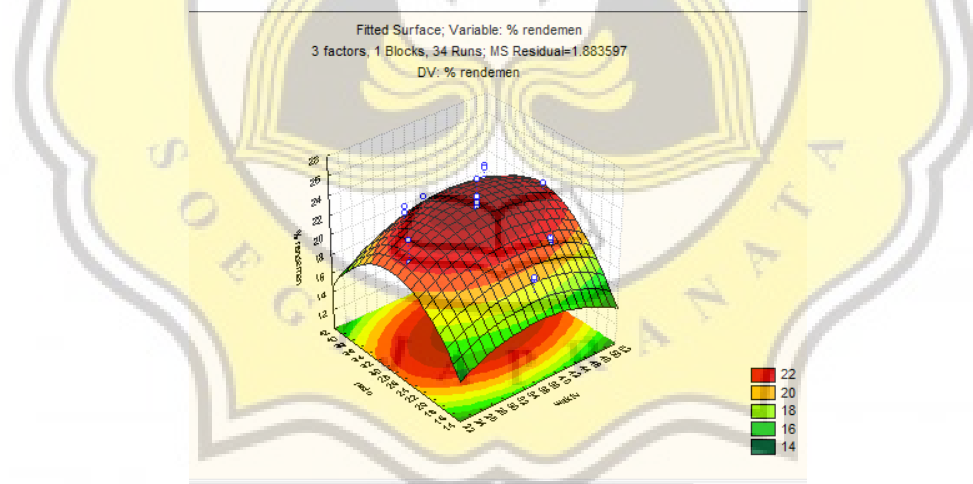


Gambar 3 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Persen Rendemen

Berdasarkan Gambar 3. *fitted surface* pengaruh suhu dan waktu terhadap persen rendemen diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, waktu optimum menunjukkan angka 38 menit dengan suhu 58°C dan rendemen yang dihasilkan akan berada dalam angka 24,0155%.



Gambar 4 Grafik *Fitted Surface* Pengaruh Suhu Dan Rasio Terhadap Persen Rendemen Berdasarkan Gambar 4. *fitted surface* pengaruh suhu dan rasio terhadap persen rendemen diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, berat padatan optimum menunjukkan angka 28 gram dengan suhu 58°C dan rendemen yang dihasilkan akan berada dalam angka 24%.



Gambar 5 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Waktu Dan Rasio Terhadap Persen Rendemen

Berdasarkan Gambar 5. *fitted surface* pengaruh waktu dan rasio terhadap persen rendemen diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua tetapi, warna merah tua kurang nampak sehingga warna yang lebih terang digunakan. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, waktu optimum menunjukkan

angka 38 menit dengan rasio bahan padat 28 gram dan rendemen yang dihasilkan akan berada dalam angka 22%.

3.3.3. Tabel Regresi

Hasil regresi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Regresi Persen Rendemen

Faktor	Regresi koefisien	<i>p value</i>
Mean	-35.7046	0.318054
Suhu (L)	0.8364	0.466642
Suhu (Q)	-0.0088	0.454746
Waktu (L)	1.1348	0.068061
Waktu (Q)	-0.0116	0.033451
Rasio (L)	1.1228	0.075492
Rasio (Q)	-0.0310	0.000021
1L By 2L	-0.0078	0.399919
1L By 3L	0.0120	0.233827
2L By 3L	0.0042	0.522611
R2	0,62659	

Keterangan :

L : linear

Q : quadran

1L by 2L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear waktu

1L by 3L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

2L by 3L : persamaan linear waktu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

Berdasarkan tabel 4. regresi persen rendemen dapat diketahui terdapat semua variabel independen dan interaksi antar variabel. Variabel yang signifikan merupakan variabel waktu (Q) dan rasio (Q). Rasio (Q) memiliki nilai regresi koefisien sebesar -0,0310 dan nilai p sebesar 0,000021. Waktu (Q) memiliki nilai regresi koefisien sebesar -0,0116 dan nilai p 0,033451.

3.3.4. Critical Value

Hasil critical value dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5 *Critical Value* Persen Rendemen

Faktor	<i>Observed Minimum</i>	<i>Critical Values</i>	<i>Observed Maximum</i>
Suhu (°C)	36.59104	51.98264	53.40896
Waktu (menit)	24.88655	36.96741	50.11345
Rasio (gr)	16.22745	30.63414	39.77255

Berdasarkan tabel 5. *critical value* persen rendemen dapat diketahui nilai optimal pada tiap variabel independen. Suhu menunjukkan nilai optimal pada angka 51.98264 °C. Waktu menunjukkan angka optimal pada 36.96741 menit. Rasio menunjukkan angka optimal pada 30.63414 gram bubuk pala pada 100 ml heksan.

3.4. Bilangan Penyabunan

3.4.1. Tabel ANOVA

Hasil ANOVA bilangan penyabunan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil ANOVA Bilangan Penyabunan

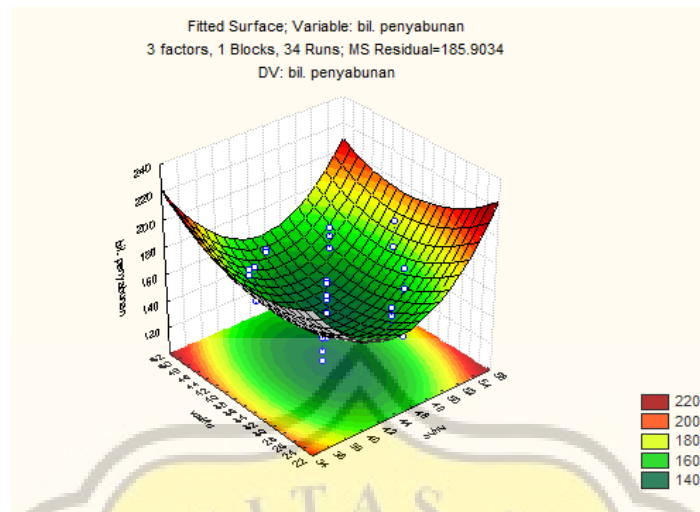
Faktor	SS	df	MS	F	<i>p value</i>
(1)Suhu (L)	4.965	1	4.965	0.02671	0.871552
Suhu (Q)	2900.580	1	2900.580	15.60262	0.000598
(2)Waktu (L)	26.751	1	26.751	0.14389	0.707775
Waktu (Q)	696.313	1	696.313	3.74556	0.064816
(3) Rasio (L)	50.513	1	50.513	0.27172	0.606959
Rasio (Q)	213.604	1	213.604	1.14900	0.294419
1L By 2L	55.950	1	55.950	0.30096	0.588346
1L By 3L	125.888	1	125.888	0.67717	0.418664
2L By 3L	503.554	1	503.554	2.70868	0.112838
Error	4461.681	24	185.903		
Total SS	8265.849	33			

Keterangan :

- L : linear
- Q : quadran
- 1L by 2L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear waktu
- 1L by 3L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear rasio
- 2L by 3L : persamaan linear waktu dibandingkan dengan persamaan linear rasio
- MS : *Mean Squares*
- SS : *Sum of Squares*
- df : *degree of freedom*

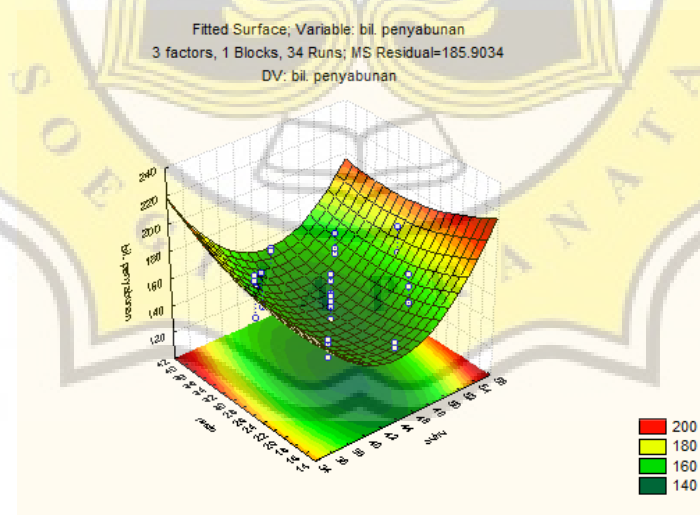
Berdasarkan Tabel 6. hasil ANOVA bilangan penyabunan dapat diketahui bahwa terdapat 3 variabel yaitu suhu, waktu, dan rasio. Pada tabel ini juga dijabarkan tentang hubungan antar variabel. Variabel yang memiliki nilai signifikan merupakan suhu (Q). Nilai F tertinggi dan nilai p terendah dimiliki oleh suhu (Q) dengan nilai F sebesar 15.60262 serta nilai p sebesar 0.000598. Sementara nilai F terendah dan nilai p tertinggi dimiliki oleh variabel suhu (L) dengan nilai F sebesar 0.02671 dan nilai p 0.871552.

3.4.2. Grafik *Fitted surface*



Gambar 6 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Suhu dan Waktu Bilangan Penyabunan

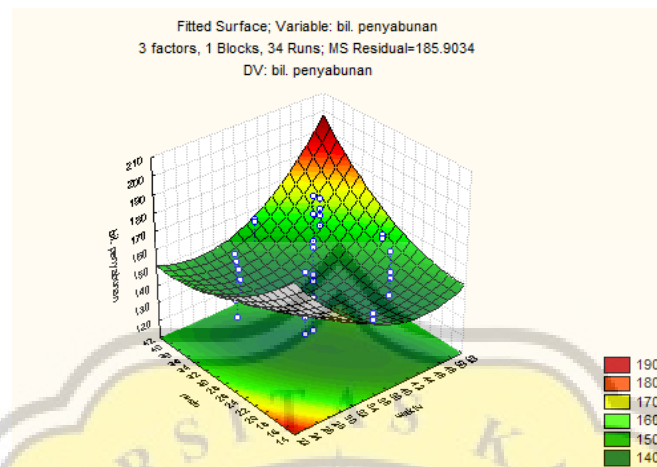
Berdasarkan Gambar 6. *fitted surface* pengaruh suhu dan waktu terhadap bilangan penyabunan diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, waktu yang memberikan angka minimum adalah 34 menit dengan suhu 44°C dan bilangan penyabunan yang dihasilkan akan berada dalam angka 140.



Gambar 7 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Suhu dan Rasio Terhadap Bilangan Penyabunan

Berdasarkan Gambar 7. *fitted surface* pengaruh suhu dan rasio terhadap bilangan penyabunan diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, rasio yang memberikan angka

minimum adalah 24 gram dengan suhu 44°C dan bilangan penyabunan yang dihasilkan akan berada dalam angka 140.



Gambar 8 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Waktu dan Rasio Terhadap Bilangan Penyabunan

Berdasarkan Gambar 8. *fitted surface* pengaruh waktu dan rasio terhadap bilangan penyabunan diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, rasio yang memberikan angka minimum adalah 28 gram dengan waktu 38 menit dan bilangan penyabunan yang dihasilkan akan berada dalam angka 140.

3.4.3. Tabel Regresi

Hasil regresi bilangan penyabunan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Regresi Bilangan Penyabunan

Faktor	Regresi koefisien	<i>p value</i>
Mean	1157.698	0.002813
Suhu (L)	-36.633	0.003311
Suhu (Q)	0.454	0.000598
Waktu (L)	-8.026	0.186412
Waktu (Q)	0.099	0.064816
Rasio (L)	-3.724	0.540898
Rasio (Q)	0.063	0.294419
1L By 2L	-0.050	0.588346
1L By 3L	-0.080	0.418664
2L By 3L	0.107	0.112838
R2	0,46023	

Keterangan :

L : linear

Q : quadran

1L by 2L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear waktu

1L by 3L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

2L by 3L : persamaan linear waktu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

Berdasarkan tabel 7. regresi bilangan penyabunan dapat diketahui terdapat semua variabel independen dan interaksi antar variabel. Variabel yang signifikan merupakan variabel suhu (L) dan suhu (Q). Suhu (L) memiliki nilai regresi koefisien sebesar -36.633 dan nilai p sebesar 0.003311. Suhu (Q) memiliki nilai regresi koefisien sebesar 0.454 dan nilai p sebesar 0.000598.

3.4.4. Critical Value

Hasil *critical value* dapat dilihat di Tabel 8.

Tabel 8 *Critical Value* Bilangan Penyabunan

Faktor	<i>Observed Minimum</i>	<i>Critical Values</i>	<i>Observed Maximum</i>
Suhu (°C)	36.59104	44.74809	53.40896
Waktu (menit)	24.88655	37.85521	50.11345
Rasio (gr)	16.22745	25.99078	39.77255

Berdasarkan tabel 8. *critical value* bilangan penyabunan dapat diketahui nilai optimal pada tiap variabel independen. Suhu menunjukkan nilai optimal pada angka 44.74809°C. Waktu menunjukkan angka optimal pada 37.85521 menit. Rasio menunjukkan angka optimal pada 25.99078gram bubuk pala pada 100 ml heksan.

3.5. Bilangan Asam

3.5.1. Tabel ANOVA

Hasil ANOVA bilangan asam dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil ANOVA Bilangan Asam

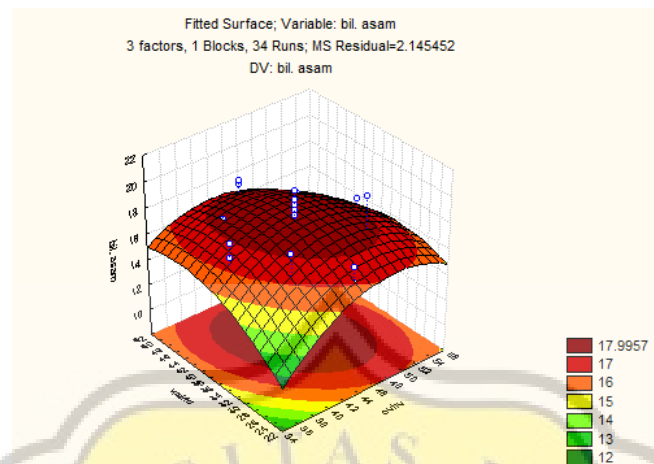
Faktor	SS	df	MS	F	<i>p value</i>
(1)Suhu (L)	0.34665	1	0.346651	0.161575	0.691268
Suhu (Q)	6.84069	1	6.840695	3.188463	0.086804
(2)Waktu (L)	0.45775	1	0.457747	0.213357	0.648309
Waktu (Q)	4.59918	1	4.599181	2.143689	0.156134
(3) Rasio (L)	0.27088	1	0.270875	0.126256	0.725450
Rasio (Q)	4.59918	1	4.599181	2.143689	0.156134
1L By 2L	1.71348	1	1.713481	0.798657	0.380370
1L By 3L	0.00000	1	0.000000	0.000000	1.000000
2L By 3L	2.23802	1	2.238016	1.043144	0.317277
Error	51.49085	24	2.145452		
Total SS	66.71674	33			

Keterangan :

- L : linear
 Q : quadran
 1L by 2L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear waktu
 1L by 3L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear rasio
 2L by 3L : persamaan linear waktu dibandingkan dengan persamaan linear rasio
 MS : *Mean Squares*
 SS : *Sum of Squares*
 df : *degree of freedom*

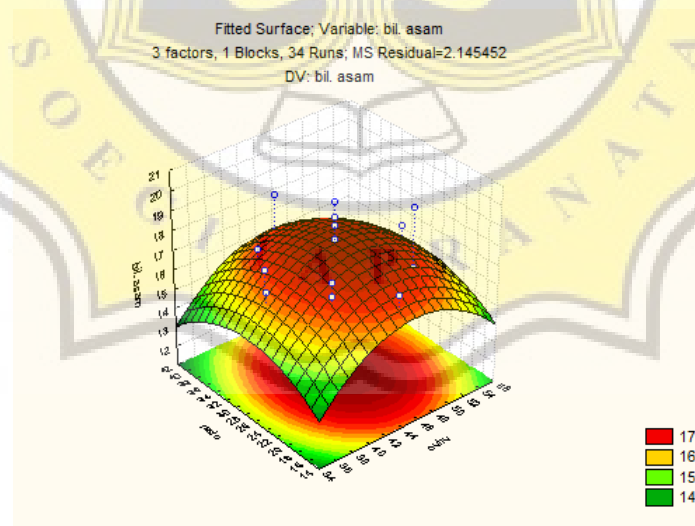
Berdasarkan Tabel 4. hasil ANOVA bilangan asam dapat diketahui bahwa terdapat 3 variabel yaitu suhu, waktu, dan rasio. Pada tabel ini juga dijabarkan tentang hubungan antar variabel. Tidak terdapat variabel yang memiliki nilai signifikan. Nilai F tertinggi dan nilai p terendah dimiliki oleh suhu (Q) dengan nilai F sebesar 3.188463 serta nilai p sebesar 0.086804. Sementara nilai F terendah dan nilai p tertinggi dimiliki oleh variabel 1LBy3L (interaksi antara suhu dan rasio) dengan nilai F sebesar 0 dan nilai p bernilai 1.

3.5.2. Grafik *Fitted Surface*



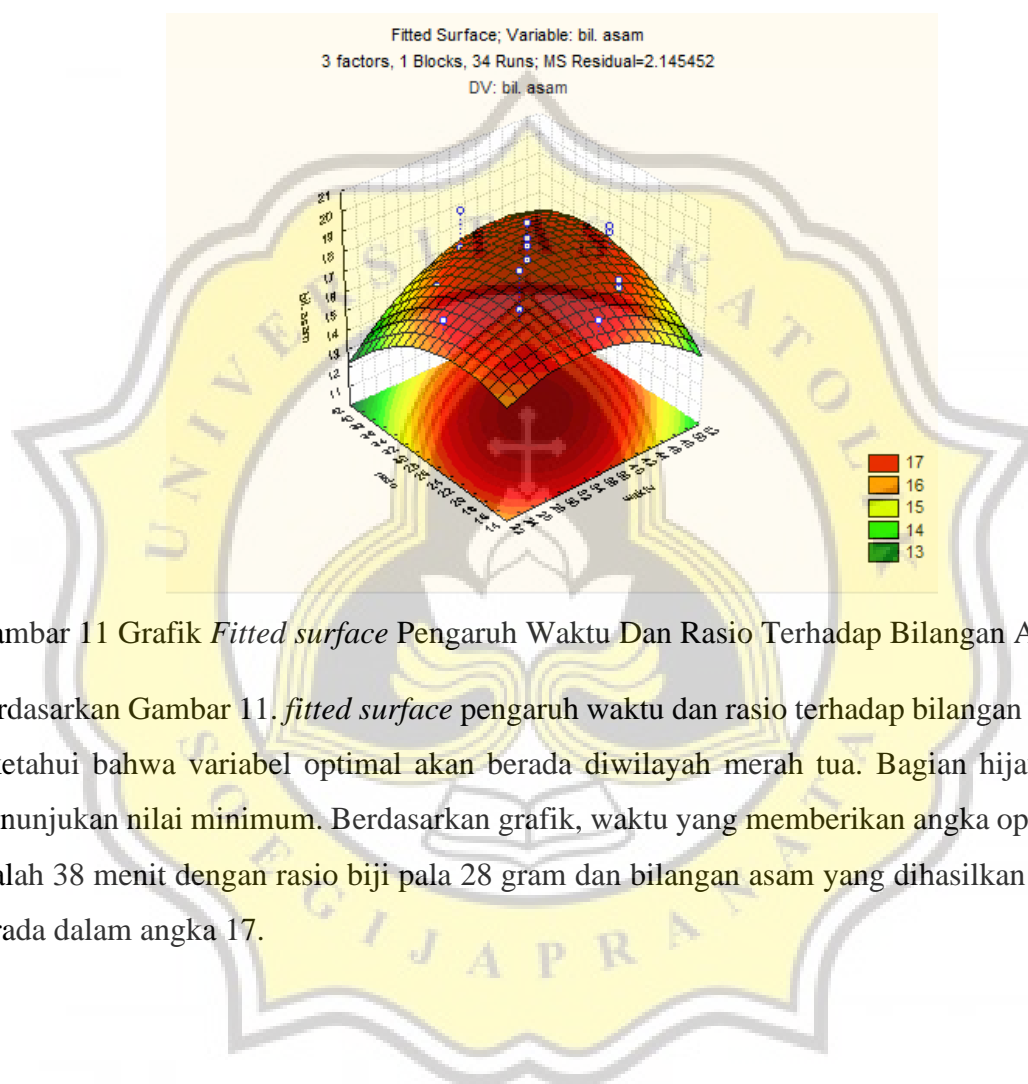
Gambar 9 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Bilangan Asam

Berdasarkan Gambar 9. *fitted surface* pengaruh suhu dan waktu terhadap bilangan asam diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, waktu yang memberikan angka optimal adalah 38 menit dengan suhu 48°C dan bilangan asam yang dihasilkan akan berada dalam angka 17,9957.



Gambar 10 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Suhu Dan Rasio Terhadap Bilangan Asam

Berdasarkan Gambar 10. *fitted surface* pengaruh suhu dan rasio terhadap bilangan asam diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, rasio yang memberikan angka optimal adalah 28 gram dengan suhu 48°C dan bilangan asam yang dihasilkan akan berada dalam angka 17.



Gambar 11 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Waktu Dan Rasio Terhadap Bilangan Asam

Berdasarkan Gambar 11. *fitted surface* pengaruh waktu dan rasio terhadap bilangan asam diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, waktu yang memberikan angka optimal adalah 38 menit dengan rasio biji pala 28 gram dan bilangan asam yang dihasilkan akan berada dalam angka 17.

3.5.3. Tabel Regresi

Hasil regresi bilangan asam dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Regresi Bilangan Asam

Faktor	Regresi koefisien	<i>p value</i>
Mean	-53.6556	0.163974
Suhu (L)	2.3327	0.065112
Suhu (Q)	-0.0220	0.086804
Waktu (L)	0.8127	0.212054
Waktu (Q)	-0.0080	0.156134
Rasio (L)	0.2348	0.719006
Rasio (Q)	-0.0092	0.156134
1L By 2L	-0.0087	0.380370
1L By 3L	0.0000	1.000000
2L By 3L	0.0071	0.317277
R2	0,22822	

Keterangan :

L : linear

Q : quadran

1L by 2L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear waktu

1L by 3L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

2L by 3L : persamaan linear waktu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

Berdasarkan tabel 10. regresi bilangan asam dapat diketahui terdapat semua variabel independen dan interaksi antar variabel. Tidak terdapat variabel yang signifikan. Nilai p paling kecil didapatkan dari variabel suhu (L) dengan nilai p sebesar 0.065112 serta dengan nilai regresi koefisien sebesar 2.3327.

3.5.4. Critical Value

Hasil *critical value* bilangan asam dapat dilihat di Tabel 11.

Tabel 11 *Critical Value* Bilangan Asam

Faktor	<i>Observed Minimum</i>	<i>Critical Values</i>	<i>Observed Maximum</i>
Suhu (°C)	36.59104	45.38643	53.40896
Waktu (menit)	24.88655	38.13063	50.11345
Rasio (gr)	16.22745	27.47197	39.77255

Berdasarkan tabel 11. *critical value* bilangan asam dapat diketahui nilai optimal pada tiap variabel independen. Suhu menunjukkan nilai optimal pada angka 45.38643°C. Waktu

menunjukkan angka optimal pada 38.13063 menit. Rasio menunjukkan angka optimal pada 27.47197 gram bubuk pala pada 100 ml heksan.

3.6. Bilangan Ester

3.6.1. Tabel ANOVA

Hasil ANOVA bilangan ester dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil ANOVA Bilangan Ester

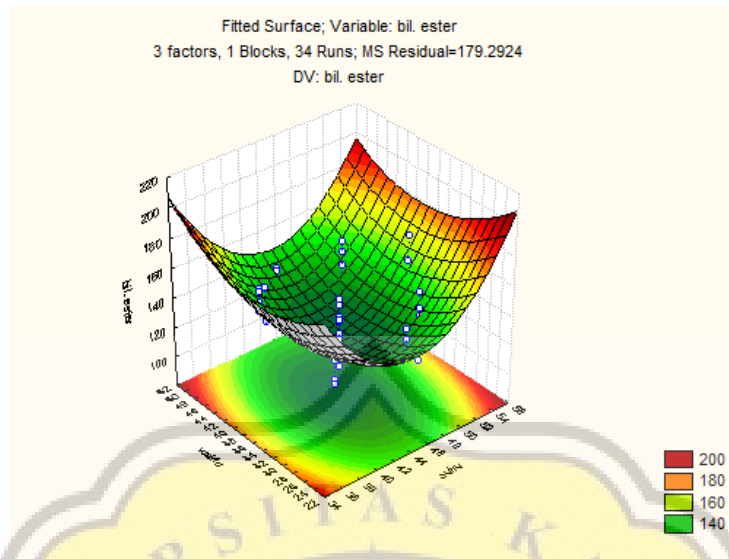
Faktor	SS	df	MS	F	<i>p value</i>
(1)Suhu (L)	2.688	1	2.688	0.01499	0.903570
Suhu (Q)	3189.143	1	3189.143	17.78738	0.000304
(2)Waktu (L)	20.210	1	20.210	0.11272	0.739986
Waktu (Q)	814.093	1	814.093	4.54059	0.043546
(3) Rasio (L)	58.182	1	58.182	0.32451	0.574204
Rasio (Q)	280.889	1	280.889	1.56666	0.222756
1L By 2L	38.081	1	38.081	0.21240	0.649044
1L By 3L	125.888	1	125.888	0.70214	0.410333
2L By 3L	438.651	1	438.651	2.44657	0.130873
Error	4303.018	24	179.292		
Total SS	8337.667	33			

Keterangan :

- L : linear
- Q : quadran
- 1L by 2L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear waktu
- 1L by 3L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear rasio
- 2L by 3L : persamaan linear waktu dibandingkan dengan persamaan linear rasio
- MS : *Mean Squares*
- SS : *Sum of Squares*
- df : *degree of freedom*

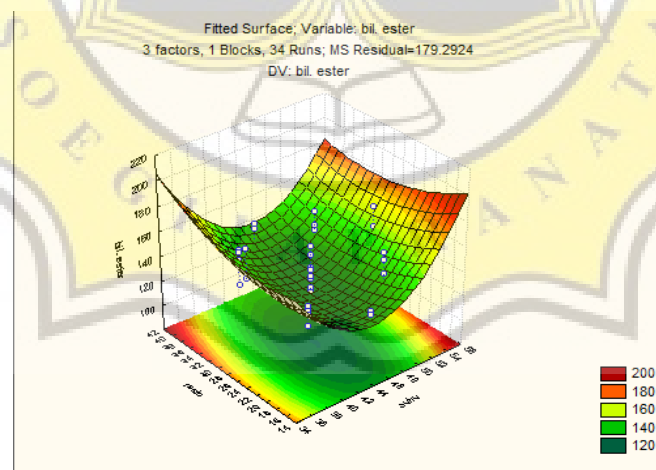
Berdasarkan Tabel 12. hasil ANOVA bilangan ester dapat diketahui bahwa terdapat 3 variabel yaitu suhu, waktu, dan rasio. Pada tabel ini juga dijabarkan tentang hubungan antar variabel. Variabel yang memiliki nilai signifikan adalah suhu (Q) dan waktu (Q). Nilai F tertinggi dan nilai p terendah dimiliki oleh suhu (Q) dengan nilai F sebesar 17.78738 serta nilai p sebesar 0.000304. Sementara nilai F terendah dan nilai p tertinggi dimiliki oleh variabel suhu (L) dengan nilai F sebesar 0.01499 dan nilai p adalah 0.903570.

3.6.2. Grafik *Fitted Surface*



Gambar 12 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Suhu dan Waktu Terhadap Bilangan Ester

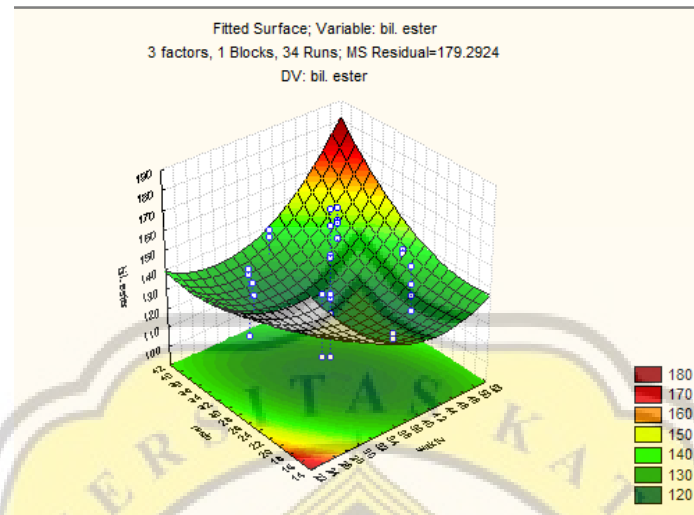
Berdasarkan Gambar 12. *fitted surface* pengaruh suhu dan waktu terhadap bilangan ester diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, suhu yang memberikan angka minimum adalah 44°C dengan waktu 36 menit dan bilangan penyabunan yang dihasilkan akan berada dalam angka 140.



Gambar 13 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Suhu dan Rasio Terhadap Bilangan Ester

Berdasarkan Gambar 13. *fitted surface* pengaruh suhu dan rasio terhadap bilangan ester diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, suhu yang memberikan angka minimum

adalah 44°C dengan rasio 26 gram dan bilangan penyabunan yang dihasilkan akan berada dalam angka 120.



Gambar 14 Grafik *Fitted surface* Pengaruh Waktu dan Rasio Terhadap Bilangan Ester Berdasarkan Gambar 14. *fitted surface* pengaruh waktu dan rasio terhadap bilangan ester diketahui bahwa variabel optimal akan berada di wilayah merah tua. Bagian hijau tua menunjukkan nilai minimum. Berdasarkan grafik, rasio yang memberikan angka minimum adalah 26 gram dengan waktu 38 menit dan bilangan penyabunan yang dihasilkan akan berada dalam angka 120.

3.6.3. Tabel Regresi

Hasil regresi bilangan ester dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil Regresi Bilangan Ester

Faktor	Regresi koefisien	<i>p value</i>
Mean	1211.353	0.001645
Suhu (L)	-38.966	0.001701
Suhu (Q)	0.476	0.000304
Waktu (L)	-8.838	0.140260
Waktu (Q)	0.107	0.043546
Rasio (L)	-3.959	0.508334
Rasio (Q)	0.072	0.222756
1L By 2L	-0.041	0.649044
1L By 3L	-0.080	0.410333
2L By 3L	0.100	0.130873
R2	0,48391	

Keterangan :

L : linear

Q : quadran

1L by 2L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear waktu

1L by 3L : persamaan linear suhu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

2L by 3L : persamaan linear waktu dibandingkan dengan persamaan linear rasio

Berdasarkan tabel 13. regresi bilangan asam dapat diketahui terdapat semua variabel independen dan interaksi antar variabel. Variabel yang signifikan merupakan variabel suhu (L), waktu (Q) dan suhu (Q). Suhu (L) memiliki regresi koefisien sebesar -38.966 dan nilai p sebesar 0.001701. Suhu (Q) memiliki nilai regresi koefisien sebesar 0.476 dan nilai p sebesar 0.000304. Waktu (Q) memiliki nilai regresi koefisien sebesar 0.107 dan nilai p adalah 0.043546.

3.6.4. Critical Value

Hasil *critical value* bilangan ester dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 *Critical Value* Bilangan Ester

Faktor	<i>Observed Minimum</i>	<i>Critical Values</i>	<i>Observed Maximum</i>
Suhu (°C)	36.59104	44.79936	53.40896
Waktu (menit)	24.88655	37.72494	50.11345
Rasio (gr)	16.22745	26.28540	39.77255

Berdasarkan tabel 14. *critical value* bilangan ester dapat diketahui nilai optimal pada tiap variabel independen. Suhu menunjukkan nilai optimal pada angka 44.79936°C. Waktu menunjukkan angka optimal pada 37.72494 menit. Rasio menunjukkan angka optimal pada 26.28540 gram bubuk pala pada 100 ml heksan.