

LAMPIRAN I DATA ANALISA

1. Data Analisa Bahan Baku Minyak Jelantah

a. Data Penentuan % FFA

Massa Sampel = 5 gram

N NaOH = 0,1 N

Tabel 7. Data Volume Titran

No.	Volume Titran (ml)	
	Sebelum Penyaringan	Setelah Penyaringan
1.	13,8	4,1
2.	14,2	3,7
3.	13,9	4,3

b. Titik Nyala = 263,4 °C

c. Densitas

Berat Piknometer = 27,45 gr

Massa Air = 24,89 gr

Berat Piknometer + air = 51,43 gr

Densitas Air pada 30 °C = 0,9957 gr/cm³

Massa minyak jelantah = 23,75 gr

Berat piknometer + minyak jelantah = 51,20 gr

d. Kadar Air

Berat Cawan + Biodiesel = 55,19 gr

Berat Cawan + Biodiesel setelah pemanasan = 55,14 gr

2. Data Pengamatan Praktek

Tabel 8. Data Pengamatan Pembuatan Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	Berat Minyak (gr)	Berat Biodiesel (gr)	Berat Gliserol (gr)
1.	5 : 1	1813,94	1558,33	395,60
2.	6 : 1	1813,94	1538,91	408,08
3.	7 : 1	1813,94	1500,12	430,45
4.	8 : 1	1813,94	1470,52	480,22
5.	9 : 1	1813,94	1435,10	510,43

3. Data Analisa Biodiesel

a. Densitas

Berat Piknometer	= 27,45 gr
Massa Air	= 24,89 gr
Berat Piknometer + Air	= 51,43 gr
Densitas Air pada 30 °C	= 0,9957 gr/cm ³
Volume Piknometer	= 24,997 gr
BPK + Biodiesel	= 48,77 gr
Berat Biodiesel	= 21,32 gr

Tabel 9. Data Densitas Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	BPK + Biodiesel (gr)	Berat Biodiesel (gr)
1.	5 : 1	48,65	21,20
2.	6 : 1	48,71	21,26
3.	7 : 1	48,89	21,44
4.	8 : 1	49,02	21,57
5.	9 : 1	49,20	21,75

b. Viskositas

Jari-jari bola	= 7,8 mm
Densitas bola	= 8,1 gr/cm ³
Konstanta Bola	= 0,0900 mpa.s.cm ³ /gr.s

Tabel 10. Data Viskositas Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	Waktu (s)
1.	5 : 1	8,00
2.	6 : 1	8,11
3.	7 : 1	8,40
4.	8 : 1	9,02
5.	9 : 1	8,35

c. Titik Nyala

Tabel 11. Data Titik Nyala Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	Titik Nyala (°C)
1.	5 : 1	98,7
2.	6 : 1	101,8
3.	7 : 1	108,4
4.	8 : 1	110,5
5.	9 : 1	115,2

d. Kadar Air

Tabel 12. Data Kadar Air Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	Cawan + Biodiesel sebelum pemanasan (gr)	Cawan + Biodiesel setelah pemanasan (gr)
1.	5 : 1	55,19	55,07
2.	6 : 1	55,29	55,13
3.	7 : 1	51,50	51,33
4.	8 : 1	51,16	50,98
5.	9 : 1	51,20	51,01

e. Angka Asam

Tabel 13. Data Angka Asam Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	Berat Sampel (gr)	Volume KOH (ml)
1.	5 : 1	5,04	0,6
2.	6 : 1	5,08	0,4
3.	7 : 1	5,0	0,3
4.	8 : 1	5,07	0,7
5.	9 : 1	5,06	0,2

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

1. Data Hasil Pengamatan Bahan Baku Minyak Jelantah

1.1 Perhitungan FFA (Asam Lemak Bebas)

Diketahui :

Massa Sampel = 5 gr

Normalitas NaOH = 0,1 N

BE asam lemak = 256 gr/ek (diasumsi asam palmitat)

(Sumber: Sari, 2014)

% FFA Minyak Jelantah Sebelum dilakukan penyaringan

$$\begin{aligned}\text{Volume rata - rata} &= \frac{13,8 \text{ ml} + 14,2 \text{ ml} + 13,9 \text{ ml}}{3} \\ &= \frac{41,9 \text{ ml}}{3} \\ &= 13,967 \text{ ml}\end{aligned}$$

Maka,

$$\% \text{ FFA} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{Asam Lemak}}{m_{\text{sampel}}} \times 100\%$$

(Sumber : Suroso, 2013)

$$\begin{aligned}&= \frac{13,967 \text{ ml} \times \left(0,1 \frac{\text{ek}}{\text{l}} \times \frac{1 \text{ liter}}{1000 \text{ ml}}\right) \times 256 \frac{\text{gr}}{\text{ek}}}{5 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 7,151 \%\end{aligned}$$

% FFA Minyak Jelantah Setelah dilakukan penyaringan

$$\begin{aligned}\text{Volume rata - rata} &= \frac{4,1 \text{ ml} + 3,7 \text{ ml} + 4,3 \text{ ml}}{3} \\ &= \frac{12,1 \text{ ml}}{3} \\ &= 4,0333 \text{ ml}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ FFA} &= \frac{4,033 \text{ ml} \times \left(0,1 \frac{\text{ek}}{\text{l}} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}}\right) \times 256 \frac{\text{gr}}{\text{ek}}}{5 \text{ gr}} \times 100 \\ &= 2,064\end{aligned}$$

1.2 Pengujian Titik Nyala

Titik Nyala yang dihasilkan dari pengujian bahan baku minyak jelantah ini adalah 263,4 °C

1.3 Perhitungan Densitas

a. Menghitung Volume Piknometer

Diketahui :

$$\text{Berat Piknometer} = 27,45 \text{ gr}$$

$$\text{Massa Air} = 23,98 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Piknometer + air} = 51,43 \text{ gr}$$

$$\text{Densitas Air pada } 30 \text{ }^\circ\text{C} = 0,9957 \text{ gr/cm}^3$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} V \text{ Piknometer} &= \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}} \\ &= \frac{23,98 \text{ gr}}{0,9957 \text{ gr/cm}^3} \\ &= 24,084 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

b. Menghitung Densitas Bahan Baku Minyak Jelantah

Diketahui :

$$\text{Massa minyak jelantah} = 23,75 \text{ gr}$$

$$\text{Berat piknometer + minyak jelantah} = 51,20 \text{ gr}$$

$$V \text{ piknometer} = 24,997 \text{ cm}^3$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \rho_{\text{minyak jelantah}} &= \frac{m_{\text{minyak jelantah}}}{V_{\text{piknometer}}} \\ &= \frac{23,75 \text{ gr}}{24,997 \text{ cm}^3} \\ &= 0,95 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

1.4 Perhitungan Kadar Air pada Minyak Jelantah

$$\text{Berat Cawan + Biodiesel} = 55,19 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Cawan + Biodiesel setelah pemanasan} = 55,14 \text{ gr}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar Air} &= \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{55,19 \text{ gr} - 55,14 \text{ gr}}{55,19 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,0906 \% \end{aligned}$$

2. Jumlah Bahan yang Dibutuhkan

Diketahui :

$$\text{Berat Minyak Jelantah} = 1813,94 \text{ gr}$$

$$\text{Rasio Minyak Jelantah dan Metanol} = 5 : 1$$

$$\text{Persentase Katalis yang digunakan} = 1\% \text{ berat minyak jelantah}$$

$$\text{Persentase metanol yang dilebihkan} = 10\%$$

a. Jumlah Metanol yang digunakan sebagai pelarut

$$\begin{aligned} \text{CH}_3\text{OH} &= \frac{1}{5} \times \text{Berat Minyak Jelantah} \\ &= \frac{1}{5} \times 1813,94 \text{ gr} \\ &= 362,79 \text{ gr} \end{aligned}$$

b. Jumlah NaOH dan Metanol yang digunakan sebagai katalis

$$\text{NaOH} = 1\% \times \text{Berat Minyak}$$

$$= \frac{1}{100} \times 1813,94 \text{ gr}$$

$$= 18,1394 \text{ gr}$$

$$n \text{ NaOH} = \frac{m \text{ NaOH}}{\text{BM NaOH}}$$

$$= \frac{18,1394 \text{ gr}}{40 \text{ gr/mol}}$$

$$= 0,4535 \text{ mol}$$

	NaOH	+	CH ₃ OH	→	NaOCH ₃	+	H ₂ O	
M	0,4535		0,4535		-		-	mol
B	0,4535		0,4535		0,4535		0,4535	mol
S	-		-		0,4535		0,4535	mol
BM	40		32		54		18	gr/mol

$$\begin{aligned} \text{Mol CH}_3\text{OH} &= \text{mol NaOCH}_3 \\ &= 0,4535 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{Mol CH}_3\text{OH} = \frac{m \text{ CH}_3\text{OH}}{\text{BM CH}_3\text{OH}}$$

$$0,4535 \text{ mol} = \frac{m \text{ CH}_3\text{OH}}{32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}$$

$$\begin{aligned} m \text{ CH}_3\text{OH} &= 0,4535 \text{ mol} \times 32 \text{ gr/mol} \\ &= 14,5115 \text{ gr} \end{aligned}$$

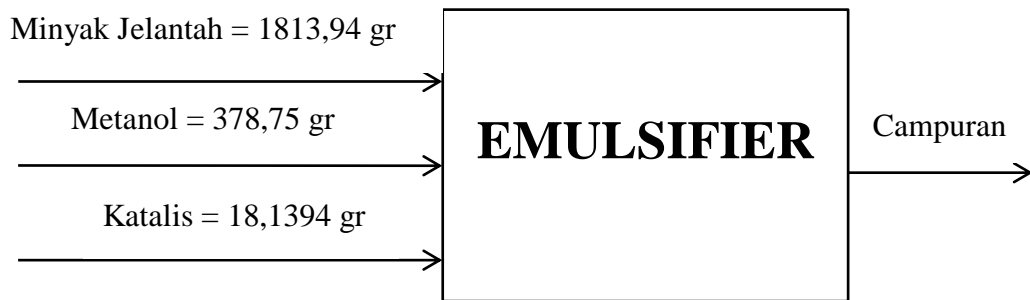
$$\begin{aligned} \text{Metanol yang dilebihkan} &= 10\% \\ &= \frac{10}{100} \times 14,5115 \text{ gr} \\ &= 1,4512 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Metanol yang dibutuhkan} &= 14,5115 \text{ gr} + 1,4512 \text{ gr} \\ &= 15,9627 \text{ gr} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Neraca Massa Teoritis dan Praktek

a. Neraca Massa secara Teoritis

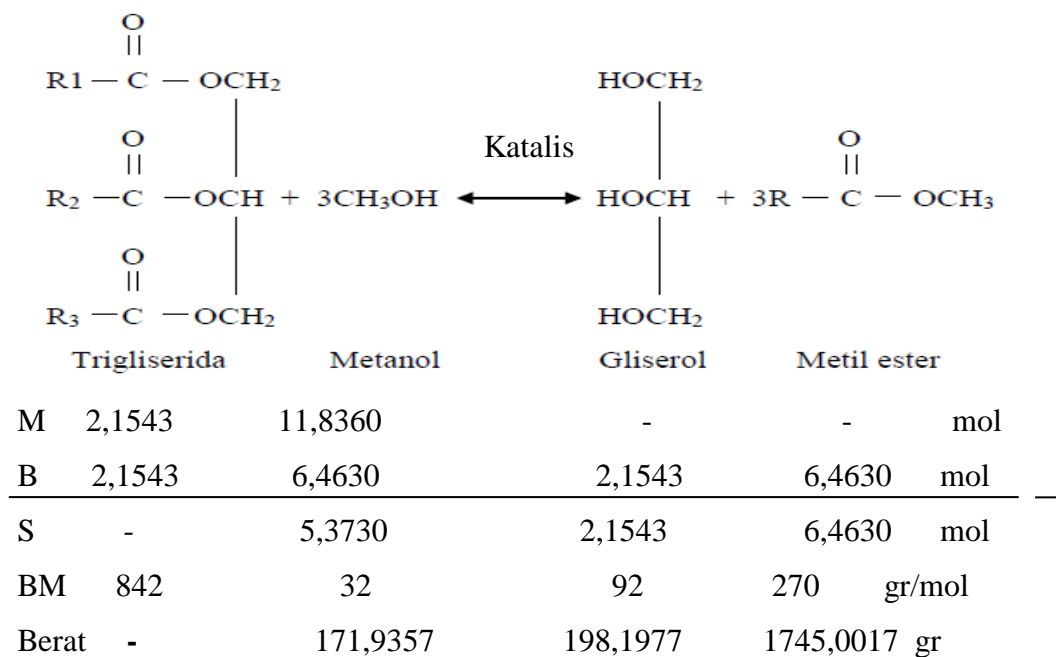
Berat Minyak	= 1813,94 gr
BM Trigliserida	= 842 gr/mol (Sumber : Purwaningsih, 2012)
Berat CH ₃ OH	= 378,75 gr
BM CH ₃ OH	= 32 gr/mol
BM Gliserol	= 92 gr/mol (Sumber: Wahyudi, 2009)
BM Biodiesel	= 270 gr/mol (Sumber : Purwaningsih, 2012)
BM NaOH	= 40 gr/mol



Gambar 19. Diagram Alir Neraca Massa Pembuatan Biodiesel

$$\begin{aligned} \text{Mol minyak Jelantah} &= \frac{m \text{ minyak jelantah}}{\text{BM minyak jelantah}} \\ &= \frac{1813,94 \text{ gr}}{842 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \\ &= 2,1543 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol metanol} &= \frac{m \text{ metanol}}{\text{BM metanol}} \\ &= \frac{378,75 \text{ gr}}{32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \\ &= 11,8360 \text{ mol} \end{aligned}$$



Tabel 14. Neraca Massa secara Teoritis pada Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol 5 : 1

Komposisi	Input		Output	
	Berat (gr)	(%)	Berat (gr)	(%)
Minyak Jelantah	1813,94	82,05	-	-
Metanol untuk reaktan	362,79	16,41	171,9357	7,78
Metanol untuk katalis	15,9627	0,72	-	-
NaOH	18,1394	0,82	18,1394	0,82
Biodiesel	-	-	1745,0017	78,93
Gliserol	-	-	198,1977	8,96
Zat Pengotor	-	-	77,5556	3,51
Total	2210,8301	100	2210,8301	100

$$\text{Yield} = \frac{\text{Berat Biodiesel (gr)}}{\text{Berat Minyak (gr)}} \times 100\%$$

(Sumber : Farid Mulana, 2011)

$$= \frac{1745,0017 \text{ gr}}{1813,94 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 96,20\%$$

b. Neraca Massa secara Praktek

Tabel 15. Neraca Massa secara Praktek pada Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol 5 : 1

Komposisi	Input		Output	
	Berat (gr)	(%)	Berat (gr)	(%)
Minyak Jelantah	1813,94	82,05		
Metanol untuk reaktan	362,79	16,41		
Metanol untuk katalis	15,9627	0,72		
NaOH	18,1394	0,82		
Biodiesel			1558,33	70,49
Gliserol			597,20	27,01
Berat yang hilang			55,3001	2,50
Total	2210,8301	100	2210,8301	100

$$\text{Yield} = \frac{\text{Berat Biodiesel (gr)}}{\text{Berat Minyak (gr)}} \times 100\%$$

(Sumber : Farid Mulana, 2011)

$$= \frac{1558,33 \text{ gr}}{1813,94 \text{ gr}} \times 100\%$$

$$= 85,91 \%$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama, maka diperoleh yield biodiesel dengan rasio massa minyak jelantah dan metanol 6:1, 7:1, 8:1, 9:1 dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Hasil Perhitungan % Yield Biodiesel

Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	% Yield	
	Teoritis	Praktek
5 : 1	96,20	85,91
6 : 1	96,20	84,84
7 : 1	96,20	82,70
8 : 1	96,20	81,07
9 : 1	96,20	79,12

4. Perhitungan Pengamatan Analisa Produk Biodiesel Variabel Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol

4.1 Perhitungan Densitas Produk Biodiesel

a. Menghitung Volume Piknometer

Diketahui :

$$\text{Berat Piknometer} = 27,45 \text{ gr}$$

$$\text{Massa Air} = 23,98 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Piknometer + air} = 51,43 \text{ gr}$$

$$\text{Densitas Air pada } 30 \text{ }^\circ\text{C} = 0,9957 \text{ gr/cm}^3$$

(Sumber: Appendiks A.2-3 Geankoplis)

Sehingga,

$$V \text{ Piknometer} = \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}}$$

$$= \frac{23,98 \text{ gr}}{0,9957 \text{ gr/cm}^3}$$

$$= 24,084 \text{ cm}^3$$

b. Menghitung Densitas Biodiesel

Diketahui :

$$\text{Massa Biodiesel} = 21,20 \text{ gr}$$

$$\text{Berat piknometer + Biodiesel} = 48,65 \text{ gr}$$

$$V \text{ piknometer} = 24,997 \text{ cm}^3$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \rho_{\text{minyak jelantah}} &= \frac{m_{\text{minyak jelantah}}}{V_{\text{piknometer}}} \\ &= \frac{21,20 \text{ gr}}{24,997 \text{ cm}^3} \\ &= 0,8481 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama, maka diperoleh densitas biodiesel dengan rasio massa minyak jelantah dan metanol 6:1, 7:1, 8:1, 9:1 dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Hasil Perhitungan Densitas Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	Densitas Biodiesel (gr/cm ³)
1.	5 : 1	0,8481
2.	6 : 1	0,8505
3.	7 : 1	0,8577
4.	8 : 1	0,8629
5.	9 : 1	0,8701

4.2 Perhitungan Viskositas Produk Biodiesel

Menghitung Viskositas biodiesel (40°C)

$$\text{Diameter Bola} = 15,6 \text{ mm}$$

$$\text{Jari-jari Bola} = 7,8 \text{ mm}$$

$$\text{Densitas Bola} = 8,1 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densitas Biodiesel} = 0,8661 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Konstanta Bola} = 0,0900 \text{ mPa.s.cm}^3/\text{gr.s}$$

$$t_1 = 8,00 \text{ s}$$

$$\text{Viskositas} = K (\rho \text{ bola} - \rho \text{ biodiesel}) \times t_1$$

(Sumber: Jurnal Teknik Pertanian Vol 3, No 1 : 27-34 diacu dalam Sinaga, 2014)

$$\begin{aligned} &= 0,0900 \text{ mPa.s.cm}^3/\text{gr.s} \times (8,1 \text{ gr/cm}^3 - 0,8481 \text{ gr/cm}^3) \times 8,52 \text{ s} \\ &= 5,2214 \text{ mPa/s} \end{aligned}$$

Konversi viskositas dinamik ke viskositas kinematik digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} \nu &= \frac{\mu}{\rho} \\ &= \frac{5,2214 \text{ mPa/s}}{0,8661 \text{ gr/cm}^3} \\ &= 6,157 \text{ cSt} \end{aligned}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama, maka diperoleh viskositas biodiesel dengan rasio massa minyak jelantah dan metanol 6:1, 7:1, 8:1, 9:1 dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 18. Hasil Perhitungan Viskositas Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	Viskositas Biodiesel (cSt)
1.	5 : 1	6,157
2.	6 : 1	6,222
3.	7 : 1	6,384
4.	8 : 1	6,809
5.	9 : 1	6,245

4.3 Perhitungan Kadar Air Produk Biodiesel

Menghitung Kadar Air Biodiesel (40 °C)

Diketahui :

$$\text{Berat Cawan + Biodiesel} = 55,19 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Cawan + Biodiesel Setelah Pemanasan} = 55,07 \text{ gr}$$

Sehingga,

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

(Sumber: Suastuti,2009)

$$= \frac{55,19 - 55,07}{55,16} \times 100\%$$

$$= 0,2174 \%$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama, maka diperoleh kadar air biodiesel dengan rasio massa minyak jelantah dan metanol 6:1, 7:1, 8:1, 9:1 dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 19. Hasil Perhitungan Kadar Air Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	Kadar Air (%)
1.	5 : 1	0,2174
2.	6 : 1	0,2894
3.	7 : 1	0,3301
4.	8 : 1	0,3518
5.	9 : 1	0,3711

4.4 Perhitungan Angka Asam Produk Biodiesel

Menghitung Angka Asam biodiesel (40°C)

$$N \text{ KOH} = 0,1 \text{ N}$$

$$BE \text{ KOH} = 56,1 \text{ gr/ek}$$

$$V \text{ KOH} = 0,6 \text{ ml}$$

$$\text{Berat Sampel} = 5,04 \text{ gr}$$

$$\text{Angka Asam} = \frac{V \text{ titran} \times N \text{ KOH} \times BE \text{ KOH}}{\text{Berat Sampel}}$$

(Sumber: Wijayanti, 2008)

$$= \frac{0,6 \text{ ml} \times \left(0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}} \times 56,1 \text{ gr/mol}\right)}{5,04 \text{ gr}}$$

$$= \frac{0,00336 \text{ gr-KOH}}{5,04 \text{ gr-sampel}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ gr}}$$

$$= 0,6679 \text{ mg-KOH/g}$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama, maka diperoleh Angka Asam biodiesel dengan rasio massa minyak jelantah dan metanol 6:1, 7:1, 8:1, 9:1 dapat dilihat pada tabel 20.

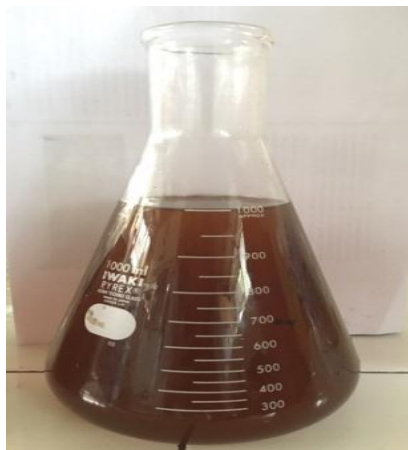
Tabel 20. Hasil Perhitungan Angka Asam Biodiesel

No.	Rasio Massa Minyak Jelantah dan Metanol	Angka Asam (mg-KOH/g)
1.	5 : 1	0,6679
2.	6 : 1	0,4417
3.	7 : 1	0,3366
4.	8 : 1	0,7746
5.	9 : 1	0,2226

LAMPIRAN III DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 20. Prototype Pembuatan Biodiesel dengan Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro dan Tegangan Tinggi



Gambar 21. Minyak Jelantah



Gambar 22. Zeolit



Gambar 23. Metanol



Gambar 24. NaOH



Gambar 25. Penentuan ALB



Gambar 26. Tangki Umpan



Gambar 27. Reaktor



Gambar 28. Separator



Gambar 29. Panel Control



Gambar 30. Pencucian Biodiesel



Gambar 31. Analisa Densitas



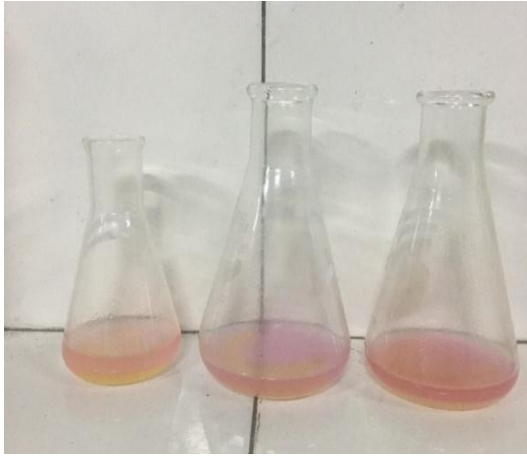
Gambar 32. Penentuan Angka Asam



Gambar 33. Analisa Kadar Air



Gambar 34. Penentuan Titik Nyala



Gambar 35. Penentuan ALB



Gambar 36. Analisa Viskositas