

Lampiran I
Data Hasil Pengamatan

1. Data Analisa bahan Baku Minyak Jelantah

- a. Titik Nyala = 316,5 C
- b. Densitas
- | | | |
|-------------------------|---|--------------|
| Berat Piknometer Kosong | = | 30,7754 gram |
| BPK + Air | = | 54,1057 gram |
| Berat Air | = | 23,3303 gram |
| Densitas Air pada 30 °C | = | 0,9957 gr/ml |
| Volume Piknometer | = | 24,03354 ml |
| BPK+ Minyak Jelantah | = | 53,9715 gram |
| Berat Minyak Jelantah | = | 23,1961 gram |

2. Data Analisa Biodiesel

- a. Densitas
- | | | |
|------------------------|---|----------------|
| Berat Piknometer | = | 30,8837 gram |
| Massa Air | = | 24,7535 gram |
| Berat Piknometer + Air | = | 55,6384 gram |
| Densitas Air pada 30°C | = | 0,9957 gram/ml |
| Volume Piknometer | = | 24,8604 ml |
| BPK + Minyak Jelantah | = | 52,9017 gram |
| Berat Minyak Jelantah | = | 22,0171 gram |

Tabel 17. Densitas Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	BPK + Biodiesel (gr)	Berat biodiesel (gr)
1	40	52,9017	22,0170
2	45	52,6417	21,7570
3	50	51,2179	20,9313

Tabel 18. Densitas Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	BPK + Biodiesel (gr)	Berat biodiesel (gr)
1	40	53,4013	22,2186
2	45	53,1282	22,2437
3	50	52,7028	22,5163

- b. Viskositas = 7,145 mm
 Jari-jari bola = 7,7 gr/cm³
 Densitas Bola = 0,0900 mPa.s.cm³/gr.s
 Konstanta bola =

Tabel 19. Viskositas Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Waktu (s)
1	40	17,01
2	45	16,26
3	50	14,04

Tabel 20. Viskositas Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Waktu (s)
1	40	19,02
2	45	16,26
3	50	15,01

- c. Titik Nyala

Tabel 21. Titik Nyala Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Titik Nyala (°C)
1	40	171
2	45	177
3	50	147

Tabel 22. Titik Nyala Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	TitikNyala (°C)
1	40	185
2	45	156
3	50	150

- d. Bilangan Asam

Tabel 23. Bilangan Asam Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Volume Titran (ml)	Volume Blanko (ml)	Berat Sampel (gr)
1	40	25,9	25	5
2	45	26,1	25	5
3	50	25,6	25	5

Tabel 24. Bilangan Asam Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Volume Titran (ml)	Volume Blanko (ml)	Berat Sampel (gr)
1	40	25,7	25	5
2	45	25,8	25	5
3	50	26,3	25	5

e. Kadar Air

Tabel 25. Kadar Air Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Cawan + biodiesel sebelum pemanasan (gram)	cawan + biodiesel setelah pemanasan (gram)
1	40	55,3681	55,3267
2	45	55,3390	55,1109
3	50	56,3601	56,3367

Tabel 26. Kadar Air Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Cawan + biodiesel sebelum pemanasan (gram)	cawan + biodiesel setelah pemanasan (gram)
1	40	55,3681	5,3181
2	45	55,3684	55,3141
3	50	56,4605	55,5109

f. Konsum Energi

Tabel 27. Konsumsi Energi Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Daya Pompa Watt	Waktu Pemakaian Pompa (menit)
1	40	125	15,56
2	45	125	26,17
3	50	125	40,54

Tabel 28. Konsumsi Energi Biodiesel Variabel Temperatur Pemanasan dan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Daya Pompa Watt	Waktu Pemakaian Pompa (menit)
1	40	125	17,21
2	45	125	30,37
3	50	125	50,53

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

1. Data Hasil Pengamatan Bahan Baku Minyak Jelantah

1.1 Perhitungan FFA (Asam Lemak Bebas)

Diketahui :

BM Minyak Jelantah	=	842 gr/mol
Volume Titran (ml)	=	2,2 ml
Massa Sampel	=	5 gram
Konsentrasi NaOH	=	0,1 M

Maka,

$$\begin{aligned} \% \text{ FFA} &= \frac{\text{BM} \times V \times M}{m_{\text{sampel}}} \times \frac{1 \text{ liter}}{1000 \text{ ml}} \times 100 \% \\ &= \frac{842 \text{ gr/mol} \times 2,2 \text{ ml} \times 0,1 \text{ mol/l}}{5 \text{ gr/mol}} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}} \times 100 \% \\ &= 3,7048 \% \end{aligned}$$

1.2 Pengujian Titik Nyala

Pada pengujian ini, bahan baku yang terukur minyak yang terukur pada *display* alat ukur Termokopel yaitu sebesar 316,5 °C

1.3 Perhitungan Densitas

a. Menghitung Volume Piknometer

Diketahui :

Berat Piknometer	=	30,7754 gr
Massa Air	=	23,9302 gr
Berat Piknometer + air	=	54,1057 gr
Densitas Air Pada 30°C	=	0,9957 gr/cm

Sehingga,

BM Minyak Jelantah	=	842 gr/mol
Volume Titran (ml)	=	2,2 ml
Massa Sampel	=	5 gram
Konsentrasi NaOH	=	0,1 M

Maka,

$$\begin{aligned}
 \% \text{ FFA} &= \frac{\text{BM} \times V \times M}{m_{\text{sampel}}} \times \frac{1 \text{ liter}}{1000 \text{ ml}} \times 100 \% \\
 &= \frac{842 \text{ gr/mol} \times 2,2 \text{ ml} \times 0,1 \text{ mol/l}}{5 \text{ gr/mol}} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}} \times 100 \% \\
 &= 3,7048 \%
 \end{aligned}$$

1.2 Pengujian Titik Nyala

Pada pengujian ini, bahan baku yang terukur minyak yang terukur pada *display* alat ukur Termokopel yaitu sebesar 316,5 °C

1.3 Perhitungan Densitas

a. Menghitung Volume Piknometer

Diketahui :

Berat Piknometer	=	30,7754 gr
Massa Air	=	23,9302 gr
Berat Piknometer + air	=	54,1057 gr
Densitas Air Pada 30°C	=	0,9957 gr/cm ³

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 V \text{ piknometer} &= \frac{m \text{ air}}{\rho \text{ air}} \\
 &= \frac{23,9302 \text{ gr}}{0,9957 \text{ gr/cm}^3} \\
 &= 24,033544 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Densitas Bahan Baku Minyak Jelantah

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Massa minyak jelantah} &= 20,4961 \text{ gr} \\ \text{Berat piknometer + minyak jelantah} &= 51,2715 \text{ gr} \\ \text{V piknometer} &= 24,0335442 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \rho \text{ minyak jelantah} &= \frac{m \text{ minyak jelantah}}{V \text{ piknometer}} \\ &= \frac{20,4961 \text{ gr}}{24,03354 \text{ cm}^3} \\ &= 0,8528 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

1.4 Perhitungan Kadar Air pada Minyak Jelantah

$$\text{Berat Cawan + Biodiesel} = 55,4685 \text{ gr}$$

$$\text{Berat Cawan + Biodiesel setelah biodiesel} = 55,4267 \text{ gr}$$

Sehingga,

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \%$$

sumber : jurnal kimia 3 (2), Juli 2009 hal : 69-74

$$= \frac{w \text{ biodiesel awal} - w \text{ biodiesel akhir}}{w \text{ biodiesel awal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{55,4685 \text{ gr} - 55,4267 \text{ gr}}{55,4685 \text{ gr}} \times 100$$

$$= 0,0754 \%$$

II. Perhitungan Pengamatan Analisa Produk Biodiesel Variabel Temperatur dan Jenis Alkohol (Metanol dan Etanol)**2.1 Perhitungan Densitas Produk Biodiesel**

a. Menghitung Volume Piknometer

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Berat Piknometer} &= 30,8847 \text{ gr} \\ \text{Massa Air} &= 24,7537 \text{ gr} \\ \text{Berat Piknometer + Air} &= 55,6384 \text{ gr} \\ \text{Densitas Air pada } 30^\circ\text{C} &= 0,9957 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V \text{ piknometer} &= \frac{m \text{ air}}{\rho \text{ air}} \\
 &= \frac{24,7537 \text{ gr}}{0,9957 \text{ gr/cm}^3} \\
 &= 24,8606 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

b. Menghitung Densitas Biodiesel (40°C)

Dketahui :

$$\text{Berat piknometer + biodiesel} = 52,9017 \text{ gr}$$

$$\text{Berat biodiesel} = 22,0170 \text{ gr}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ Biodiesel} &= \frac{m \text{ Biodiesel}}{v \text{ piknometer}} \\
 &= \frac{22,0170 \text{ gr}}{24,8606 \text{ cm}^3} \\
 &= 0,8856 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 29. Hasil Perhitungan Densitas Biodiesel Menggunakan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Densitas Biodiesel (gr/cm ³)
1	40	0,8856
2	45	0,8752
3	50	0,8420

Tabel 30. Hasil Perhitungan Densitas Biodiesel Menggunakan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Densitas Biodiesel (gr/cm ³)
1	40	0,9094
2	45	0,8983
3	50	0,8811

2.2 Perhitungan Viskositas Produk Biodiesel

Menghitung viskositas biodiesel (40°C)

$$\text{Diameter Bola} = 16 \text{ mm} = 0,1560 \text{ cm}$$

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

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

$$\text{Densitas Biodiesel} = 0,8867 \text{ gr/cm}^3$$

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

$$t_1 = 17 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \text{Viskositas} &= K(\rho \text{ bola} - \rho \text{ biodiesel}) \cdot t_0 \quad \text{Sumber : Jurnal Teknik Pertanian} \\ & \hspace{15em} \text{Vol. 3, No. 1 : 27-34} \\ &= 0,09 \text{ mPa.s.cm}^3/\text{gr.s} \quad (8,1 - 0,89) \text{ gr/cm}^3 \quad 17,0 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 11,0363 \text{ mm}^2/\text{s} \end{aligned}$$

Tabel 31. Hasil Perhitungan Viskositas Biodiesel Menggunakan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Viskositas Biodiesel (cSt)
1	40	11,0363
2	45	10,4038
3	50	9,1408

Tabel 32. Hasil Perhitungan Viskositas Biodiesel Menggunakan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Viskositas Biodiesel (cSt)
1	40	12,3347
2	45	10,3704
3	50	9,7455

2.3 Perhitungan Bilangan Asam Produk Biodiesel

Menghitung Bilangan Asam Biodiesel (40°C)

Diketahui Normalitas NaOH 0,1 N dalam 100 ml

$$\text{gr NaOH} = N \text{ NaOH} \times V \times \text{BE NaOH}$$

$$= 0,1 \text{ ek/liter} \times 0,1 \text{ liter} \times 40 \text{ gr/ek}$$

$$= 0,4 \text{ gr}$$

$$V \text{ titrasi} = 25,9 \text{ ml}$$

$$V \text{ Blanko} = 25 \text{ ml}$$

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

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

$$\text{Angka asam (mg-NaOH/gr sampel)} = \frac{N \text{ NaOH} \times (V \text{ titrasi} - V \text{ blanko}) \times 56,1}{\text{gram sampel}}$$

(sumber : jurnal Laporan akhir Ir. Alfonsus Agus Raksodento)

$$= \frac{N \text{ NaOH} \times (V \text{ titrasi} - V \text{ blanko}) \times 56,1}{\text{gram sampel}}$$

$$= \frac{0,1 \text{ N} \times (25,85 \text{ ml} - 25 \text{ ml}) \times 56,10}{5 \text{ gr}}$$

$$= 0,9537 \text{ (mg-NaOH/gr sampel)}$$

Tabel 33. Hasil Perhitungan Bilangan Asam Biodiesel Menggunakan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Bilangan Asam
1	40	0,9537
2	45	0,7854
3	50	0,6723

Tabel 34. Hasil Perhitungan Bilangan Asam Biodiesel Menggunakan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Bilangan Asam (mg-NaOH/gr sampel)
1	40	1,2342
2	45	0,8976
3	50	0,7854

2.4 Perhitungan Kadar Air Produk Biodiesel

Menghitung Kadar Air Biodiesel (40°C)

Diketahui :

Berat Cawan + Biodiesel = 55,3681 gr

Berat Cawan + Biodiesel setelah biodiesel = 55,3267 gr

Sehingga,

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \%$$

sumber : jurnal kimia 3 (2), juli 2009 hal : 69-74

$$= \frac{V \text{ biodiesel awal} - V \text{ biodiesel akhir}}{V \text{ biodiesel awal}} \times 100 \%$$

$$= \frac{55,3681 \text{ gr} - 55,3267 \text{ gr}}{55,3681 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$= 0,0748 \%$$

Tabel 35. Hasil Perhitungan Kadar Air Biodiesel Menggunakan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Kadar Air (%)
1	40	0,0748
2	45	0,0887
3	50	0,0325

Tabel 36. Hasil Perhitungan Kadar Air Biodiesel Menggunakan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Kadar Air (%)
1	40	0,4124
2	45	0,0975
3	50	0,0413

2.5 Perhitungan Volume Biodiesel (40°C)

2.5.1 Perhitungan Volume Biodiesel Dengan Variabel Temperatur Pemanasan

Menghitung Volume Biodiesel (40°C)

Diketahui :

Massa biodiesel = 991,6139 gr

Densitas = 0,8856 gr/cm³

sehingga,

$$\begin{aligned}
 \text{Volume biodiesel} &= \frac{\text{Masa Biodiesel}}{\rho \text{ Biodiesel}} \\
 &= \frac{991,6139 \text{ gr}}{0,8856 \text{ gr/cm}^3} \\
 &= 1119,6856 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 37. Hasil Perhitungan Volume Biodiesel Menggunakan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Volume (ml)
1	40	1119,6856
2	45	998,2213
3	50	1300,4057

Tabel 38. Hasil Perhitungan Volume Biodiesel Menggunakan Etanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Volume (ml)
1	40	859,7457
2	45	1047,5519
3	50	990,6821

2.6 Perhitungan Neraca Massa Teoritis dan Praktek

2.6.1 Perhitungan Neraca Massa Teoritis dan Praktek Dengan Variabel Temperatur Pemanasan Menggunakan Metanol

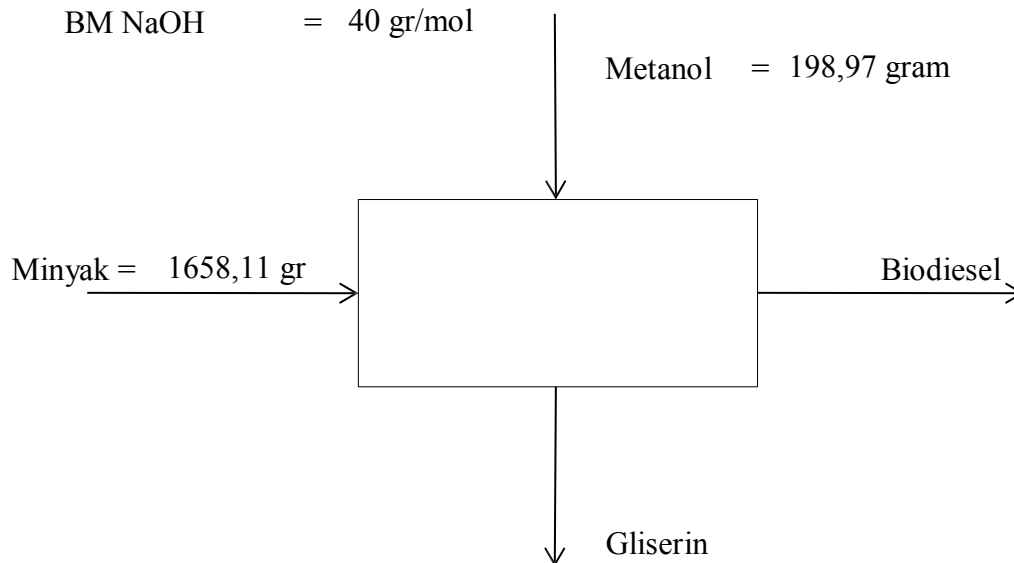
1. Neraca Massa secara Stoikiometri (40°C)

$$\text{BM Triglicerida} = 842 \text{ gr/mol}$$

$$\text{BM CH}_3\text{OH} = 32,04 \text{ gr/mol}$$

$$\text{BM Biodiesel} = 270 \text{ gr/mol}$$

$$\text{BM NaOH} = 40 \text{ gr/mol}$$



Gambar 16. Diagram Alir Neraca Massa Biodiesel Menggunakan Metanol

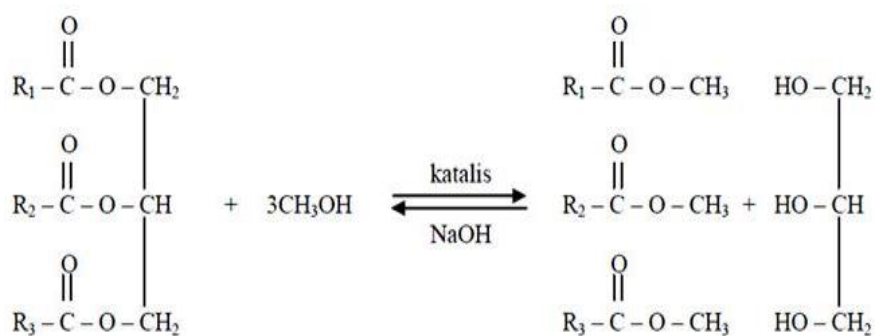
$$\text{Mol triglicerida} = \frac{1658,11 \text{ gr}}{842 \text{ gr/mol}} = 1,9693 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CH}_3\text{OH} = \frac{198,97 \text{ gram}}{32,04 \text{ gr/mol}} = 6,2101 \text{ mol}$$

$$\text{NaOH } 3 \% = 3\% \times 198,9732 \text{ gr} = 5,9692 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol NaOH} &= 5,9692 \text{ gram} \\ &\quad 40 \text{ gr/mol} \\ &= 0,1492 \text{ mol} \end{aligned}$$

Reaksi yang terjadi :



M	: 1,9693 mol	6,2101 mol	-	-
R	: 1,9693 mol	5,9078 mol	5,9078 mol	1,9693 mol
S	: -	0,3024 mol	5,9078 mol	1,9693 mol
BM	: 842 gr/mol	32,04 gr/mol	270 gr/mol	92 gr/mol
Berat	: -	9,6887 gr	1595,0939 gr	181,1712 gr

Tabel 39. Neraca Massa Teoritis

Komponen	Input		Output	
	Mol	Gram	Mol	Gram
Trigliserida	1,9693	1658,1100	-	-
Metanol	6,2101	198,9732	0,3024	9,6887
NaOH 3 %	0,1492	5,9692	0,1492	5,9692
Biodiesel	-	-	5,9078	1595,0939
Gliserin	-	-	1,9693	181,1712
Zat Pengotor	-	-	-	71,1294
Total	8,3286	1863,0524	8,3286	1863,0524

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Yield} &= \frac{\text{Produk}}{\text{Bahan Baku}} \times 100 \\
 &= \frac{1595,0939 \text{ gr}}{1658,11 \text{ gr}} \times 100 \\
 &= 96,2090
 \end{aligned}$$

Tabel 40. Neraca Massa Praktek

Komponen	Input (gram)	Output (gram)
Minyak Jelantah	1658,1100	-
Metanol	198,9732	0,3024
NaOH 3 %	6,2101	6,2101
Biodiesel	-	991,6139
Gliserin	-	865,1669
Total	1863,2933	1863,2933

$$\begin{aligned} \% \text{ Yield} &= \frac{\text{Produk}}{\text{Bahan Baku}} \times 100 \\ &= \frac{991,6139 \text{ gr}}{1658,11 \text{ gr}} \times 100 \\ &= 59,8094 \end{aligned}$$

III. Perhitungan Konsumsi Energi Dengan Variabel Temperatur

Pemanasan

Menghitung Jumlah Kosumsi Energi dengan Temperatur Pemanasan 40 °C

Diketahui :

$$\text{Waktu pemakaian Heater pump} = 15,56 \text{ menit} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ menit}} = 933,6 \text{ s}$$

$$\text{Daya Heater (P)} = 250 \text{ watt} = 250 \text{ J/s}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} Q_{\text{heater}} &= P \times t \\ &= 250 \text{ J/s} \times 933,6 \text{ s} \\ &= 233400 \text{ Joule} \end{aligned}$$

Tabel 41. Hasil Perhitungan Konsumsi Energi Menggunakan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Konsumsi Energi (Joule)
1	40	233400
2	45	392550
3	50	608100

Tabel 42. Hasil Perhitungan Konsumsi Energi Menggunakan Metanol

No.	Temperatur Pemanasan (°C)	Konsumsi Energi (Joule)
1	40	258150
2	45	455550
3	50	757950

