

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

1. Kadar Asam Lemak Bebas (ALB) Bahan Baku Minyak Jelantah

1.1 Menghitung ALB minyak jelantah sebelum dilakukan penyaringan

Diketahui:

Massa sampel = 5 gr

Normalitas NaOH = 0,1 N

$$\% \text{ ALB} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{BM Asam Lemak}}{m \text{ sampel}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

(Sumber: Suroso, 2013)

$$\begin{aligned} \% \text{ ALB} &= \frac{14,8 \text{ ml} \times \left(0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}}\right) \times 256 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{5 \text{ gr}} \times 100 \\ &= 7,578 \end{aligned}$$

1.2 Menghitung ALB minyak jelantah setelah dilakukan penyaringan

Diketahui:

Massa sampel = 5 gr

Normalitas NaOH = 0,1 N

Menghitung %ALB dengan menggunakan persamaan (1)

$$\begin{aligned} \% \text{ ALB} &= \frac{4,10 \text{ ml} \times \left(0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}}\right) \times 256 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{5 \text{ gr}} \times 100 \\ &= 2,099 \end{aligned}$$

2. Jumlah Bahan yang Diperlukan

Diketahui:

Berat minyak = 1734,590 gr

Rasio minyak : metanol = 1 : 6

Persentase katalis yang digunakan = 1% berat minyak

Persentase metanol yang dilebihkan = 10%

a. Menghitung jumlah metanol yang dibutuhkan

$$\text{CH}_3\text{OH yang dibutuhkan} = \frac{1}{6} \times \text{berat minyak}$$

$$= \frac{1}{6} \times 1734,590 \text{ gr}$$

$$= 289,42 \text{ gr}$$

b. Menghitung jumlah katalis yang dibutuhkan

$$\text{NaOH} = 1\% \times \text{berat minyak}$$

$$= \frac{1}{100} \times 1734,590 \text{ gr}$$

$$= 17,346 \text{ gr}$$

$$n \text{ NaOH} = \frac{m \text{ NaOCH}_3}{\text{BM NaOCH}_3}$$

$$= \frac{17,3617 \text{ gr}}{40 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}$$

$$= 0,4340 \text{ mol}$$

	NaOH	+	CH ₃ OH	→	NaOCH ₃	+	H ₂ O	
M	0,4340		0,4340		-		-	mol
B	0,4340		0,4340		0,4340		0,4340	mol -
S	-		-		0,4340		0,4340	mol
BM	40		32		54		18	gr/mol

$$\text{mol CH}_3\text{OH} = \text{mol NaOCH}_3$$

$$= 0,4340 \text{ mol}$$

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

$$0,4340 \text{ mol} = \frac{m \text{ CH}_3\text{OH}}{32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}$$

$$m \text{ CH}_3\text{OH} = 0,4340 \text{ mol} \times 32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

$$= 13,889 \text{ gr}$$

$$\text{Metanol yang dilebihkan} = \frac{10}{100} \times 13,889 \text{ gr}$$

$$= 1,389 \text{ gr}$$

$$\text{Jumlah metanol yang dibutuhkan} = 13,889 \text{ gr} + 1,389 \text{ gr}$$

$$= 15,278 \text{ gr}$$

3. Neraca Massa Teoritis dan Praktek

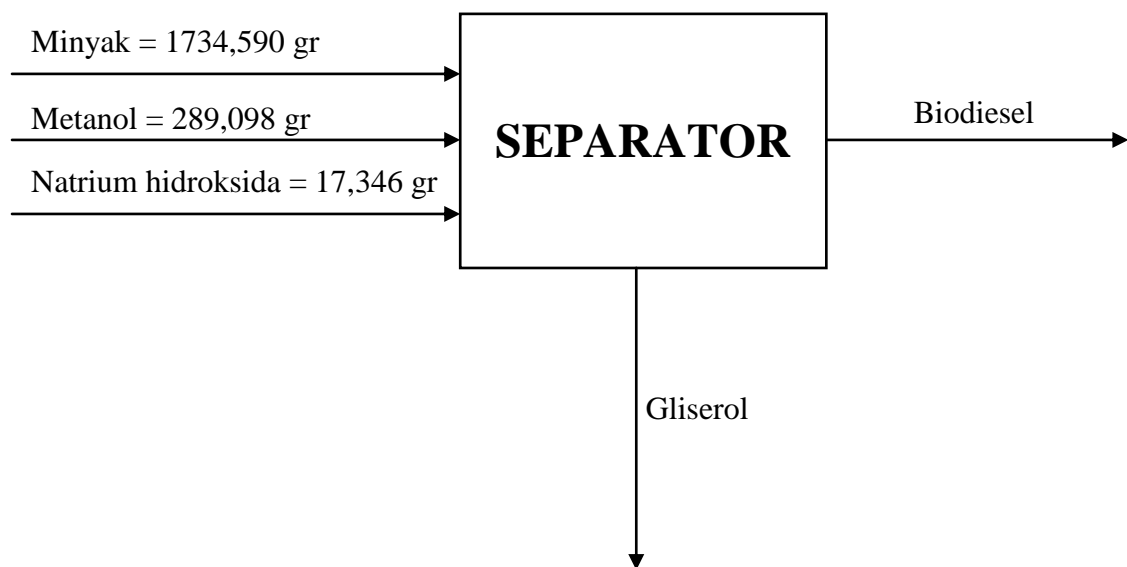
3.1 Menghitung neraca massa secara teoritis pada Waktu Reaksi 5 menit

3.2 Diketahui:

Berat minyak (trigliserida) = 1734,590 gr

Berat metanol = 289,098 gr

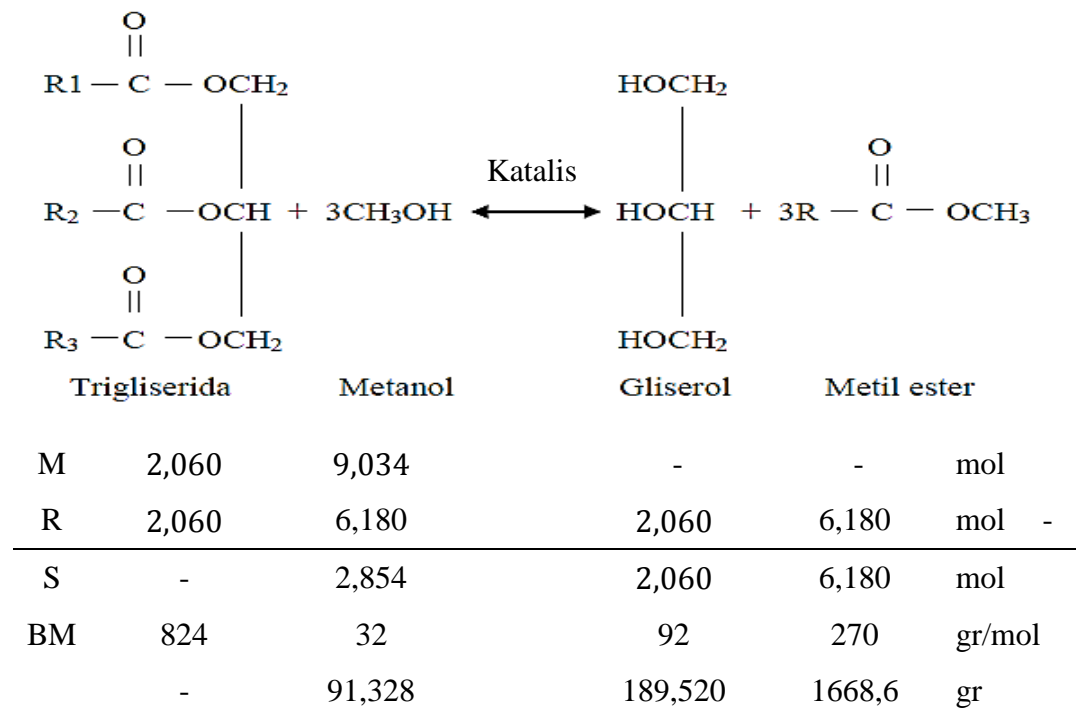
Berat natrium hidroksida = 17,346 gr



Gambar 1. Diagram Alir Neraca Massa Biodiesel

$$\begin{aligned}
 n \text{ minyak} &= \frac{m \text{ minyak}}{\text{BM minyak}} \\
 &= \frac{1734,590 \text{ gr}}{842 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \\
 &= 2,060 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n \text{ metanol} &= \frac{m \text{ metanol}}{\text{BM metanol}} \\
 &= \frac{289,098 \text{ gr}}{32 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} \\
 &= 9,034 \text{ mol}
 \end{aligned}$$



Tabel 1. Neraca Massa pada Waktu Reaksi 5 menit Secara Teoritis

No.	Komponen	Input		Output	
		Berat (gr)	(%)	Berat (gr)	(%)
1.	Minyak jelantah	1734,59	84,029	-	-
2.	Metanol	304,698	14,760	91,328	4,424
3.	Natrium hidroksida	17,346	0,840	17,346	0,840
4.	Air	7,623	0,369	7,623	0,369
5.	Biodiesel	-	-	1668,600	80,833
6.	Gliserol	-	-	189,520	9,181
7.	Berat yang hilang	-	-	85,650	4,149
	Total	2064,257	100	2064,257	100

3.3 Menghitung neraca massa secara praktek pada Waktu Reaksi 5 menit

Tabel 2. Neraca Massa pada Waktu Reaksi 5 menit Secara Praktek

No.	Komponen	Input		Output	
		Berat (gr)	(%)	Berat (gr)	(%)
1.	Minyak jelantah	1734,59	84,029	-	-
2.	Metanol	304,698	14,760	-	-
3.	Natrium hidroksida	17,346	0,840	-	-
4.	Air	7,623	0,369	-	-

5.	Biodiesel	-	-	1464,710	70,956
6.	Gliserol	-	-	464,100	22,483
7.	Berat yang hilang	-	-	135,447	6,562
Total		2064,257	100	2064,257	100

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dengan jumlah berat umpan yang berbeda, maka diperoleh neraca massa biodiesel untuk variasi Waktu Reaksi 10 menit, dan 15 menit.

Tabel 3. Neraca Massa pada Waktu Reaksi 10 menit Secara Teoritis

No.	Komponen	Input		Output	
		Berat (gr)	(%)	Berat (gr)	(%)
1.	Minyak jelantah	1813,940	84,278	-	-
2.	Metanol	314,208	14,598	107,393	4,990
3.	Natrium hidroksida	18,139	0,843	18,139	0,843
4.	Air	6,046	0,281	6,046	0,281
5.	Biodiesel	-	-	1745,002	81,075
6.	Gliserol	-	-	198,198	9,209
7.	Berat yang hilang	-	-	77,556	3,603
Total		2152,334	100	2152,334	100

Tabel 4. Neraca Massa pada Waktu Reaksi 10 menit Secara Praktek

No.	Komponen	Input		Output	
		Berat (gr)	(%)	Berat (gr)	(%)
1.	Minyak jelantah	1813,940	84,034	-	-
2.	Metanol	318,346	14,748	-	-
3.	Natrium hidroksida	18,139	0,840	-	-
4.	Air	8,163	0,378	-	-
5.	Biodiesel	-	-	1538,910	71,292
6.	Gliserol	-	-	408,08	18,904
7.	Berat yang hilang	-	-	211,599	9,80
Total		2158,589	100	2158,589	100

Tabel 5. Neraca Massa pada Waktu Reaksi 15 menit Secara Teoritis

No.	Komponen	Input		Output	
		Berat (gr)	(%)	Berat (gr)	(%)
1.	Minyak jelantah	1788,410	84,278	-	-
2.	Metanol	309,786	14,598	105,882	4,990
3.	Natrium hidroksida	17,884	0,843	17,884	0,843
4.	Air	5,961	0,281	5,961	0,281
5.	Biodiesel	-	-	1720,442	81,075
6.	Gliserol	-	-	195,408	9,209
7.	Berat yang hilang	-	-	76,464	3,603
Total		2122,041	100	2122,041	100

Tabel 6. Neraca Massa pada Waktu Reaksi 15 menit Secara Praktek

No.	Komponen	Input		Output	
		Berat (gr)	(%)	Berat (gr)	(%)
1.	Minyak jelantah	1788,410	84,278	-	-
2.	Metanol	309,786	14,598	-	-
3.	Natrium hidroksida	17,884	0,843	-	-
4.	Air	5,961	0,281	-	-
5.	Biodiesel	-	-	1533,320	72,257
6.	Gliserol	-	-	513,970	24,221
7.	Berat yang hilang	-	-	74,751	3,523
Total		2122,041	100	2122,041	100

4. Persen Yield Biodiesel Secara Teoritis dan Praktek

4.1 Persen Yield biodiesel secara teoritis pada Waktu Reaksi 5 menit

Diketahui:

Berat minyak = 1734,590 gr

Berat biodiesel = 1668,600 gr

$$\text{Persen yield (\%)} = \frac{\text{Hasil biodiesel}}{\text{Berat minyak}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

(Sumber: Haryanto, 2015)

$$\begin{aligned} \text{Persen yield} &= \frac{1668,600 \text{ gr}}{1734,590 \text{ gr}} \times 100 \\ &= 96,196 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dengan jumlah berat umpan yang berbeda, maka diperoleh persen yield biodiesel secara teoritis untuk variasi waktu reaksi 5, 10, dan 15 menit.

Tabel 11. Persen Yield Biodiesel Secara Teoritis

No.	Waktu Reaksi (menit)	Yield Biodiesel (%)
1.	5	96,196
2.	10	96,199
3.	15	96,199

4.2 Persen yield biodiesel secara praktek pada Waktu Reaksi 5 menit

Diketahui:

Berat minyak = 1734,59 gr

Berat biodiesel = 1489,71 gr

$$\begin{aligned} \text{Persen yield (\%)} &= \frac{\text{Hasil biodiesel}}{\text{Berat minyak}} \times 100 \\ &= \frac{1489,71 \text{ gr}}{1734,59 \text{ gr}} \times 100 \\ &= 85,883 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dengan jumlah berat umpan yang berbeda, maka diperoleh persen yield biodiesel secara praktek untuk variasi waktu reaksi 5, 10, dan 15 menit.

Tabel 12. Persen Yield Biodiesel Secara Praktek

No.	Waktu Reaksi (menit)	Yield Biodiesel (%)
1.	5	84,441
2.	10	84,838
3.	15	85,737

5. Hasil Analisa Biodiesel

5.1 Menghitung angka asam biodiesel pada waktu reaksi 5 menit

Diketahui:

Berat sampel = 5,06 gr

N KOH = 0,1 N

$$\text{BM KOH} = 56,1 \text{ gr/mol}$$

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

$$\text{Angka asam} = \frac{V \text{ titran} \times N \text{ KOH} \times \text{BM KOH}}{\text{Berat sampel}} \dots\dots\dots (3)$$

(Sumber: Wijayanti, 2008)

$$\begin{aligned} \text{Angka asam} &= \frac{0,6 \text{ ml} \times \left(0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}}\right) \times 56,1 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{5,1 \text{ gr}} \\ &= \frac{0,00336 \text{ gr} - \text{KOH}}{5,06 \text{ gr} - \text{sampel}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ gr}} \\ &= 0,664 \frac{\text{mg} - \text{KOH}}{\text{gr} - \text{sampel}} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama, maka diperoleh angka asam biodiesel untuk variasi waktu reaksi 5, 10, 15 menit.

Tabel 13. Angka Asam Biodiesel

No.	Waktu Reaksi (menit)	Angka Asam (mg-KOH/gr-sampel)
1.	5	0,664
2.	10	0,441
3.	15	0,223

5.2 Menghitung kadar air biodiesel pada waktu reaksi 5 menit

Diketahui:

$$\text{Berat cawan + biodiesel} = 51,52 \text{ gr}$$

$$\text{Berat cawan + biodiesel setelah pemanasan} = 51,20 \text{ gr}$$

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat kering}}{\text{Berat awal}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

(Sumber: Suastuti, 2009)

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{51,52 \text{ gr} - 51,20 \text{ gr}}{51,52 \text{ gr}} \times 100 \\ &= \frac{0,32 \text{ gr}}{51,52 \text{ gr}} \times 100 \\ &= 0,6211\% \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama, maka diperoleh kadar air biodiesel untuk variasi waktu reaksi 5, 10, dan 15 menit.

Tabel 14. Kadar Air Biodiesel

No.	Waktu Reaksi (menit)	Kadar Air (%)
1.	5	0,621
2.	10	0,454
3.	15	0,265

5.3 Menghitung densitas biodiesel pada waktu reaksi 5 menit

Diketahui:

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

$$\text{Berat piknometer + biodiesel} = 48,80 \text{ gr}$$

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

$$\text{Densitas air pada suhu } 30^{\circ}\text{C} = 0,9968 \text{ gr/cm}^3$$

(Sumber: Appendiks A.2-3 Geankoplis)

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (5)$$

(sumber: Wijayanti, 2008)

$$\rho_{\text{Air}} = \frac{m_{\text{air}}}{v_{\text{air}}}$$

$$0,9968 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = \frac{(51,43 \text{ gr} - 27,45 \text{ gr})}{v_{\text{air}}}$$

$$v_{\text{air}} = \frac{24 \text{ gr}}{0,9968 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}}$$

$$= 24,077 \text{ cm}^3$$

$v_{\text{air}} = v_{\text{piknometer kosong}} = v_{\text{biodiesel}}$, maka:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{Biodiesel}} &= \frac{m_{\text{biodiesel}}}{v_{\text{biodiesel}}} \\ &= \frac{(48,80 \text{ gr} - 27,45 \text{ gr})}{24,077 \text{ cm}^3} \\ &= \frac{21,35 \text{ gr}}{24,077 \text{ cm}^3} \\ &= 0,887 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama, maka diperoleh densitas biodiesel untuk variasi waktu reaksi 5, 10 dan 15 menit.

Tabel 15. Densitas Biodiesel

No.	Waktu Reaksi (menit)	Densitas (gr/cm ³)
1.	5	0,887
2.	10	0,883
3.	15	0,881

5.4 Menghitung Viskositas biodiesel pada waktu reaksi 5 menit

Diketahui :

Diameter Bola	= 15,6 mm
Jari-Jari Bola	= 7,145 mm
Densitas Bola	= 8,1 gr/cm ³
gravitasi	= 9,8 m/s ²
Densitas biodiesel	= 0,887 gr/cm ³
Konstanta bola	= 0,09 mPa.s.cm ³ /gr.s
Waktu	= 9,47 s

Sumber : Tony Bird, Kimia Fisika Untuk Universitas, Hal : 59)

$$\begin{aligned}\mu &= K \times (\rho_{\text{Bola}} - \rho_{\text{Biodiesel}}) \times t \\ &= 0,09 \text{ mPa.s.cm}^3/\text{gr.s} \times (8,1 \text{ gr/cm}^3 - 0,887 \text{ gr/cm}^3) \times 9,47 \text{ s} \\ &= 6,1394 \text{ mPa/s}\end{aligned}$$

Konversi viskositas dinamik ke viskositas kinematik dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}v &= \frac{\mu}{\rho} \\ &= \frac{6,13937 \text{ mPa/s}}{0,887 \text{ gr/cm}^3} \\ &= 6,847\end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama, maka diperoleh Viskositas biodiesel untuk variasi waktu reaksi 5, 10, dan 15 menit.

Tabel 16. Viskositas

No.	Temperatur Reaksi (°C)	Viskositas Biodiesel (cSt)
1.	5	6,931
2.	10	5,966
3.	15	5,325