

LAMPIRAN A
DATA PENGAMATAN

1. Data Pengamatan Ekstraksi dengan Metode Maserasi

No.	Berat Mikroalga Kering (gr)	Volume Pelarut n-Heksana (ml)	Berat minyak (gr)	Rendemen (%)
1.			7,821	39,12
2.	20	120	8,029	40,23
3.			8,431	42,17
4.			7,946	37,26

2. Data Pengamatan Ekstraksi dengan Metode Soxhlet

No.	Berat Mikroalga Kering (gr)	Volume Pelarut n-Heksana (ml)	Berat minyak (gr)	Rendemen (%)
1.			7,842	39,19
2.	20	120	7,122	35,32
3.			7,568	37,81
4.			7,635	38,20

3. Data Pengamatan Proses Esterifikasi

No.	Volume lipid mikroalga (ml)	Volume metanol (ml)	Volume katalis asam (ml)	Volume Triglicerida dan FAME (ml)
1.	55	42,964	1,1	99
2.	70	54,682	1,4	111
3.	62	48,433	1,24	100
4.	60	46,870	1,2	96

4. Data Pengamatan Analisa *Free Fatty Acid* (FFA)

Sampel	Volume Titran NaOH (mL)	% FFA Fame (%)
1	4,2	2,46
2	2,3	1,28
3	1,9	1,11
4	2	1,12

5. Data Pengamatan Proses Transesterifikasi

No.	Volume Trigliserida dan FAME (ml)	Rasio Biomassa dan Metanol	Volume Biodiesel (ml)
1.	99	1:4	19,285
2.	111	1:6	24,166
3.	100	1:8	20,833
4.	96	1:10	15,142

6. Data Pengamatan Analisa Produk

Sampel	Rasio Biomassa dan Metanol	Parameter yang diuji		Standar SNI 04-7182-2006	
		Titik nyala (°C)	Angka Asam (mg KOH/gr)	Titik nyala (°C)	Angka Asam (mg KOH/gr)
1.	1:4	140	0,7813	Min. 100	Maks. 0,8
2.	1:6	143	0,7793		
3.	1:8	150	0,6499		
4.	1:10	156	0,6202		

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN

1. Perhitungan Rendemen dari Ekstraksi Soxhlet dan Maserasi

1.1 Rendemen dari Soxhlet

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{berat minyak}}{\text{berat alga}} =$$

Dengan cara yang sama maka hasil % rendemen minyak dari metode ekstraksi soxhlet dapat disajikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Tabulasi Hasil Ekstraksi Soxhlet

No.	Berat Mikroalga Kering (gr)	Volume Pelarut n-Heksana (ml)	Berat minyak (gr)	Rendemen (%)
1.	20	120	7,821	39,12
2.			8,029	40,23
3.			8,431	42,17
4.			7,946	37,26

1.2 Perhitungan Rendemen dari Maserasi

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{berat minyak}}{\text{berat alga}} =$$

Dengan cara yang sama maka hasil % rendemen minyak dari metode ekstraksi maserasi dapat disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Tabulasi Hasil Ekstraksi Maserasi

No.	Berat Mikroalga Kering (gr)	Volume Pelarut n-Heksana (ml)	Berat minyak (gr)	Rendemen (%)
1.	20	120	7,842	39,19
2.			7,122	35,32
3.			7,568	37,81
4.			7,635	38,20

2. Perhitungan Sintesis Biodiesel

2.1 Esterifikasi

2.1.1 Volume Metanol Yang digunakan

Perhitungan jumlah metanol yang digunakan dalam setiap tahap dihitung sebagai berikut :

Rasio mol lipid alga dan mol metanol : 1:6

Volume lipid alga	: 70 ml
lipid alga (asam linoleat)	: 0,9 gr/ml
BM lipid alga (asam linoleat)	: 280 gr/mol
Metanol	: 0,791 gr/ml

$$\text{➤ Mol lipid} = \frac{\rho \times v}{BM} = \frac{0,9 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} \times 70 \text{ ml}}{280 \text{ gr/mol}} = 0,225 \text{ mol}$$

$$\text{➤ Mol metanol} = 1:6 \\ = 0,225 \text{ mol} \times 6 = 1,35 \text{ mol}$$

$$\text{➤ Volume metanol} = \frac{\text{mol metanol} \times BM \text{ metanol}}{\rho \text{ metanol}} = \frac{1,35 \text{ mol} \times 32,04 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{0,791 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}} \\ = 54,682 \text{ ml}$$

2.1.2 Volume Katalis Asam (H₂SO₄)

Volume katalis asam yang digunakan pada penelitian ini adalah 2% volume lipid.

$$\text{Volume katalis asam} = \frac{2}{100} \times 70 \text{ ml} = 1,4 \text{ ml}$$

Dengan cara yang sama maka hasil perhitungan volume dan volume katalis yang digunakan dapat disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3. Tabulasi Hasil Esterifikasi

No.	Volume lipid mikroalga (ml)	Volume metanol (ml)	Volume katalis asam (ml)	Volume Trigliserida dan FAME (ml)
1.	55	42,964	1,1	99
2.	70	54,682	1,4	111
3.	62	48,433	1,24	100
4.	60	46,870	1,2	96

2.1.3. Perhitungan Analisa *Free Fatty Acid*

Perhitungan Jumlah NaOH untuk Titrasi pada proses % FFA Esterifikasi
Kebutuhan NaOH 0,1 N yang digunakan untuk titrasi selama proses esterifikasi untuk mengetahui nilai %FFA FAME adalah dihitung dengan cara :

$$N = \frac{\text{gram NaOH}}{\text{BM NaOH}} \times \frac{1000}{\text{pelarut ml}}$$

$$= \frac{\text{gram NaOH}}{40} \times \frac{1000}{50\text{ml}}$$

$$\text{gram NaOH} = 0,2 \text{ gram}$$

- Sampel 1

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

$$\text{Massa Sampel} = 5 \text{ gram}$$

$$\text{BM lipid (Asam Linoleat)} = 280 \text{ gr/mol}$$

$$\% \text{FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{BM Asam Linoleat}}{\text{Massa Sampel} \times 1000} \times 100\%$$

$$\% \text{FFA} = \frac{4,2 \times 0,1 \times 280}{5 \times 1000} \times 100\% = 2,46 \%$$

Dengan cara yang sama maka hasil perhitungan dapat ditabulasikan sebagai berikut :

Tabel 4. Nilai % FFA Fame pada proses Esterifikasi

Sampel	Volume Titran NaOH (mL)	% FFA Fame (%)
1	4,2	2,46
2	2,3	1,28
3	1,9	1,11
4	2	1,12

3. Perhitungan Berat Jenis Lapisan Triglicerida dan FAME hasil Esterifikasi

Data yang diperoleh :

$$\text{Berat piknometer kosong} = 33,54 \text{ gram}$$

$$\text{Berat piknometer + volume lapisan triglicerida dan FAME} = 56 \text{ gram}$$

$$\text{Volume piknometer} = 24,811 \text{ gram}$$

Triglicerida dan FAME :

$$\frac{\text{berat piknometer} + \text{volume triglicerida dan FAME} - \text{berat piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

$$= \frac{56 \text{ gram} - 33,54 \text{ gram}}{24,811 \text{ gram}} = 0,8898 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} \text{ atau } 0,9 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$$

2.2 Transesterifikasi

2.2.1 Volume Metanol Yang digunakan

Perhitungan jumlah metanol yang digunakan dalam setiap proses transesterifikasi dihitung sebagai berikut :

Rasio mol lipid alga dan mol metanol : 1:6

Volume hasil esterifikasi : 111 ml

lapisan trigliserida hasil esterifikasi : 0,8868 gr/ml

BM lipid alga (asam linoleat) : 280 gr/mol

Metanol : 0,791 gr/ml

$$\text{➤ Mol lipid} = \frac{\rho \times v}{BM} = \frac{0,8868 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} \times 111 \text{ ml}}{280 \text{ gr/mol}} = 0,3525 \text{ mol}$$

$$\text{➤ Mol metanol} = 1:6$$

$$= 0,3525 \text{ mol} \times 6 = 2,1155 \text{ mol}$$

$$\text{➤ Volume metanol} = \frac{\text{mol metanol} \times BM \text{ metanol}}{\rho \text{ metanol}} = \frac{2,1155 \text{ mol} \times 32,04 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{0,791 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}} = 85,693 \text{ ml}$$

2.1.2 Perbandingan Volume Metanol dengan Biomassa

Volume metanol yang digunakan pada penelitian ini divariasikan untuk mencari perbandingan volume metanol dengan biomassa yang optimum yaitu (1:4, 1:6, 1:8, 1:10)

Dengan cara yang sama maka hasil perhitungan volume metanol yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5. Tabulasi Hasil Transesterifikasi

No.	Volume FAME dan Trigliserida (ml)	Perbandingan Metanol dan Biomassa	Kebutuhan Metanol (ml)
1	99	1:4	50,813
2	111	1:6	85,693
3	100	1:8	103,194
4	96	1:10	124,338

4. Pengukuran bilangan asam pada produk biodiesel berbahan baku mikroalga *Chlorella Vulgaris*

Normalitas KOH = 0,1 N

Tabel 6. Data Pengukuran Bilangan Asam

Sampel	Berat minyak (g)	Volume KOH (ml)
1	1,0052	0,14
2	1,0078	0,14
3	1,1221	0,13
4	1,0854	0,12

$$\text{Bilangan asam} = \frac{Vs \times N \times 56}{g}$$

$$\text{Bilangan asam dari data sampel 2} = \frac{0,14 \times 0,1 \text{ N} \times 56,1}{1,0052 \text{ g}} = 0,7813 \frac{\text{mg KOH}}{\text{g}}$$

Dengan cara yang sama maka hasil perhitungan dapat ditabulasikan sebagai berikut :

Tabel 7. Pengaruh Perbandingan Metanol dan Biomassa terhadap Bilangan Asam

Sampel	Rasio Metanol dan Biomassa	Bil. Asam
1	1:4	0,7813
2	1:6	0,7793
3	1:8	0,6499
4	1:10	0,6202

5. Menghitung Mol Minyak Alga dan % Konversi

Tabel 7. Kandungan asam lemak di dalam alga chlorella vulgaris

Jenis asam	% Lipid	Berat molekul (Mr)	Mr x komposisi
As. Miristat	0,6	228	1,368
As. miristoleat	0,9	226	2,034
14:2	0,9	224	2,016
As. Palmitat	15,6	256	39,936
As. Palmitoleat	9,1	254	23,114
16:2	5,5	252	13,860
16:3	17,1	250	42,75
As. Stearat	2,0	284	5,68
As. Oleat	10,0	282	28,20
As. Linoleat	15,5	280	43,40
As. Linolenat	22,8	278	63,384
Total			265,742

Massa molekul relatif dari trigliserida rata-rata diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Massa molekul relatif trigliserida} = \text{Mr. Gliserol} + (3 \times \text{Mr. asam lemak}) - (3 \times \text{Mr. air})$$

Sumber: Sulastri, 2011.

$$\text{Mr. gliserol (C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 92 \text{ gr/mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Mr Trigliserida} &= 92 + (3 \times 265,742) - (3 \times 18) \\ &= 835, 226 \text{ gr/mol} \end{aligned}$$

Perhitungan mol hasil esterifikasi

- Sampel 1 (Perbandingan Reaktan 1:4) = $\frac{89,12 \text{ gr}}{835,226 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0,1067 \text{ mol}$
- Sampel 2 (Perbandingan Reaktan 1:6) = $\frac{100,20 \text{ gr}}{835,226 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0,1199 \text{ mol}$
- Sampel 3 (Perbandingan Reaktan 1:8) = $\frac{90,5 \text{ gr}}{835,226 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0,10835 \text{ mol}$

$$\text{➤ Sampel 4 (Perbandingan Reaktan 1:10)} = \frac{87,23 \text{ gr}}{835,226 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0,1044 \text{ mol}$$

Menghitung massa molekul relatif metil ester dari minyak mikroalga *Chlorella Vulgaris*.

$$\begin{aligned} \text{Mr. Biodiesel} &= (3 \times \text{Mr Asam lemak}) + (3 \times \text{metil}) \\ &= (3 \times 265,745) + (3 \times 14) = 839,226 \end{aligned}$$

Perhitungan mol metil ester hasil reaksi transesterifikasi

➤ Mol minyak = 0,1067 mol, berat metil ester yang dihasilkan 25,132 gr

$$\text{Mol metil ester} = \frac{25,132}{839,226} = 0,0299 \text{ mol}$$

$$\text{Konversi metil ester} = \frac{0,0299 \text{ mol}}{0,1067 \text{ mol}} \times 100\% = 28,08 \%$$

➤ Mol minyak = 0,1199 mol, berat metil ester yang dihasilkan 30,235 gr

$$\text{Mol metil ester} = \frac{30,235}{839,226} = 0,0360 \text{ mol}$$

$$\text{Konversi metil ester} = \frac{0,0360 \text{ mol}}{0,1199 \text{ mol}} \times 100\% = 31,05 \%$$

➤ Mol minyak = 0,10835 mol, berat metil ester yang dihasilkan 26,350 gr

$$\text{Mol metil ester} = \frac{26,350}{839,226} = 0,03139 \text{ mol}$$

$$\text{Konversi metil ester} = \frac{0,03139 \text{ mol}}{0,10835 \text{ mol}} \times 100\% = 28,65 \%$$

➤ Mol minyak = 0,1044 mol, berat metil ester yang dihasilkan 22,08 gr

$$\text{Mol metil ester} = \frac{22,08}{839,226} = 0,0263 \text{ mol}$$

$$\text{Konversi metil ester} = \frac{0,0263}{0,1044 \text{ mol}} \times 100\% = 25,73 \%$$

**LAMPIRAN C
GAMBAR**



Gambar 1. Mikroalga *Chlorella sp.* kering



Gambar 2. Ekstraksi Mikroalga dengan metode Maserasi



Gambar 3. Ekstraksi Mikroalga dengan metode Soxhlet



Gambar 4. Proses Penyaringan dengan alat penyaringan vakum (Untuk Ekstraksi Maserasi)



Gambar 5. Proses Distilasi Lipid Mikroalga



Gambar 6. Lipid Mikroalga



Gambar 7. Proses Esterifikasi



Gambar 8. FAME dan Trigliserida



Gambar 9. Titrasi Penentuan %FFA FAME



Gambar 10. Hasil Analisa %FFA



Gambar 11. Indikator PP



Gambar 12. Pencampuran Larutan KOH dan metanol kedalam reaksi Transesterifikasi



Gambar 13. Hasil Transesterifikasi



Gambar 14. Produk Biodiesel



Gambar 15. Analisa Titik Nyala



Gambar 16. Analisa Angka Asam



Gambar 17. Analisa GC-MS

