

LAMPIRAN A
DATA PENGAMATAN

TABEL DATA HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Perbandingan Persentase Perolehan Rendemen Lipid dari Proses Ekstraksi Metode Soxhlet dan Maserasi

Metode Ekstraksi	Rendemen Minyak (%)
Soxhletasi pelarut n-heksana	44,80%
Maserasi pelarut n-heksana	37,25%

Tabel 2. Hasil Volume Trigliserida dan FAME Pada Proses Esterifikasi dengan Rasio metanol 1:6 dan Katalis Asam (H₂SO₄) 2%

No.	Volume lipid mikroalga (ml)	Volume metanol (ml)	Volume katalis asam (ml)	Volume lapisan Trigliserida dan FAME (ml)
1.	70	54,68	1,4	100
2.	60	46,87	1,2	92
3.	60	46,87	1,2	95
4.	50	39,98	1,1	76

Tabel 3. Hasil Volume Trigliserida dan FAME Pada Proses Esterifikasi dengan Rasio metanol 1:6 dan Katalis Asam (H₂SO₄) 2%

No.	Volume metanol (ml)	Konsentrasi katalis KOH (%)	Volume biodiesel (ml)
1.	76,97	1	11,5
2.	70,81	1,5	18
3.	73,12	2	25
4.	34,6	2,5	21

Tabel 4. Analisa Uji Mutu Biodiesel

Sampel	% Katalis KOH (w/w)	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	152	0,8215	Min. 100	Maks. 0,8
2.	1,5	156	0,7854		
3.	2	168	0,7293		
4.	2,5	165	0,8432		

Tabel 5. Hasil Uji % FFA

No.	Sampel	Volume TitranNaOH (ml)	%FFA FAME (%)
1	1	4,2	2,46
2	2	2,3	1,28
3	3	1,9	1,11
4	4	2	1,12

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 :

No.	Berat Mikroalga Kering (gr)	Volume Pelarut n-Heksana (ml)	Berat minyak (gr)	Rendemen (%)
1.	20	120	7,00	36,89
2.			6,75	37,36
3.			6,86	29,28
4.			6,66	28,75

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 :

No.	Berat Mikroalga Kering (gr)	Volume Pelarut n-Heksana (ml)	Berat minyak (gr)	Rendemen (%)
1.	20	120	7,15	35,07
2.			7,85	39,05
3.			8,24	41,20
4.			8,96	44,80

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 : 60 ml

lipid alga (asam linoleat) : 0,9 gr/ml

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

Metanol : 0,791 gr/ml

$$\text{➤ Mol lipid} = \frac{\rho \times v}{BM} = \frac{0,9 \frac{\text{gr}}{\text{ml}} \times 60 \text{ ml}}{280 \text{ gr/mol}} = 0,1928 \text{ mol}$$

$$\text{➤ Mol metanol} = 1:6$$

$$= 0,1928 \text{ mol} \times 6 = 1,1571 \text{ mol}$$

$$\text{➤ Volume metanol} = \frac{\text{mol metanol} \times BM \text{ metanol}}{\rho \text{ metanol}} = \frac{1,1571 \text{ mol} \times 32,04 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}}{0,791 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}} = 46,870 \text{ ml}$$

2.1.2 Volume Katalis Asam (H₂SO₄)

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

$$\text{Volume katalis asam} = \frac{2}{100} \times 60 \text{ ml} = 1,2 \text{ ml}$$

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

No.	Volume lipid mikroalga (ml)	Volume metanol (ml)	Volume katalis asam (ml)	Volume lapisan Trigliserida dan FAME (ml)
1.	70	54,68	1,4	100
2.	60	46,87	1,2	92
3.	60	46,87	1,2	95
4.	50	39,98	1,1	76

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 : 92 ml

lapisan trigliserida hasil esterifikasi : 0,8868 gr/ml

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

Metanol : 0,791 gr/ml

- Mol lipid = $\frac{\rho \times V}{BM} = \frac{0,8868 \frac{gr}{ml} \times 92 \text{ ml}}{280 \text{ gr/mol}} = 0,2913 \text{ mol}$
- Mol metanol = 1:6
= 0,2913 mol x 6 = 1,7482 mol
- Volume metanol = $\frac{\text{mol metanol} \times BM \text{ metanol}}{\rho \text{ metanol}} = \frac{1,7842 \text{ mol} \times 32,04 \frac{gr}{mol}}{0,791 \frac{gr}{ml}} = 70,81 \text{ ml}$

2.1.2 Volume Katalis Asam (H₂SO₄)

Volume katalis asam yang digunakan pada penelitian ini divariasikan untuk mencari volume katalis yang optimum (1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% dari berat sampel)

$$\begin{aligned} \text{Gram sampel} &= \text{volume lapisan trigliserida dan FAME} \times \\ &= 92 \text{ ml} \times 0,8868 \text{ gr/ml} = 81,5856 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Volume katalis asam} = \frac{1,5}{100} \times 81,5856 = 1,2237 \text{ gram}$$

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

No.	Volume FAME dan Trigliserida (ml)	Konsentrasi Katalis KOH %(w/w)	Kebutuhan KOH (gram)
1	88	1	0,8868
2	92	1,5	1,2237
3	97	2	1,9502
4	163	2,5	2,9817

Lampiran Perhitungan Berat Jenis Lapisan Trigliserida dan FAME hasil Esterifikasi

Data yang diperoleh :

Berat piknometer kosong = 33,54 gram

Berat piknometer + volume lapisan trigliserida dan FAME = 56 gram

Volume piknometer = 24,811 gram

Trigliserida dan FAME

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

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

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

Normalitas KOH = 0,1 N

Data pengukuran bilangan asam

Sampel	Berat minyak (g)	Volume KOH (ml)
1	1,0265	0,15
2	1,0124	0,14
3	1,0013	0,13
4	1,0010	0,15

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

$$\text{Bilangan asam dari data sampel 2} = \frac{0,14 \times 0,1 \text{ N} \times 56,1}{1,0124 \text{ g}} = 0,7858 \frac{\text{mg KOH}}{\text{g}}$$

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

Tabel 2. Pengaruh persentase katalis KOH dan bilangan asam

Sampel	% KOH	Bil. Asam
1	1	0,8415
2	1,5	0,7854
3	2	0,7293
4	2,5	0,8423

Lampiran menghitung mol minyak alga dan % konversi

Tabel 3. 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.

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

$$\text{Mr Trigliserida} = 92 + (3 \times 265,742) - (3 \times 18)$$

$$= 835, 226 \text{ gr/mol}$$

Perhitungan mol hasil esterifikasi

- Sampel 1 (katalis KOH 1%) = $\frac{73,8 \text{ gr}}{835,226 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0,0883 \text{ mol}$
- Sampel 2 (katalis KOH 1,5%) = $\frac{85,5 \text{ gr}}{835,226 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0,10236 \text{ mol}$
- Sampel 3 (katalis KOH 2%) = $\frac{90,9 \text{ gr}}{835,226 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0,10883 \text{ mol}$
- Sampel 4 (katalis KOH 2,5%) = $\frac{88,2 \text{ gr}}{835,226 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0,10560 \text{ mol}$

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

1. Mol minyak = 0,08835 mol, berat metil ester yang dihasilkan 15,419 gr

$$\text{Mol metil ester} = \frac{15,419}{839,226} = 0,01837 \text{ mol}$$

$$\text{Konversi metil ester} = \frac{0,0225 \text{ mol}}{0,10236 \text{ mol}} \times 100\% = 20,7923 \%$$

2. Mol minyak = 0,10236 mol, berat metil ester yang dihasilkan 19,047 gr

$$\text{Mol metil ester} = \frac{19,047}{839,226} = 0,0225 \text{ mol}$$

$$\text{Konversi metil ester} = \frac{0,0225 \text{ mol}}{0,10236 \text{ mol}} \times 100\% = 22,0486 \%$$

3. Mol minyak = 0,10883 mol, berat metil ester yang dihasilkan 22,675 gr

$$\text{Mol metil ester} = \frac{22,675}{839,226} = 0,0271 \text{ mol}$$

$$\text{Konversi metil ester} = \frac{0,0271 \text{ mol}}{0,10883 \text{ mol}} \times 100\% = 24,81852 \%$$

4. Mol minyak = 0,1056 mol, berat metil ester yang dihasilkan 21,145 gr

$$\text{Mol metil ester} = \frac{21,145}{839,226} = 0,02519 \text{ mol}$$

$$\text{Konversi metil ester} = \frac{0,02519}{0,1056 \text{ mol}} \times 100\% = 23,85 \%$$

**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 Triglicerida



Gambar 9. Titrasi Penentuan %FFA FAME



Gambar 10. Hasil Analisa %FFA



Gambar 11. Indikator PP



Gambar 12. Pencampuran Larutan KOH dan methanol 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

