

LAMPIRAN II PERHITUNGAN

II.1 Perhitungan Minyak Kelapa Sawit Kasar (CPO) sebelum dan sesudah pre-treatment

II.1.1 Perhitungan Minyak Kelapa Sawit Kasar sebelum pre-treatment

a Densitas

- Massa piknometer kosong (a)	= 61,79 gr
- Massa piknometer kosong + CPO (b)	= 151,0 gr
- Volume piknometer (c)	= 104 ml
- Density CPO pada suhu 30°C	$= \frac{b-a}{c}$ $= \frac{(151,0-61,79) \text{ gr}}{104 \text{ ml}}$ $= 0,857 \text{ gr/ml}$

b Viskositas

Dik : K = 3,3
 ρ_f = 8,02 gr /ml
 ρ = 0,857 gr /ml
 t = 1,38 menit

Dit : $\mu = \dots ?$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \mu_{cp} &= K (\rho_f - \rho) t \\ &= 3,3 \text{ mpa.m.cm}^3/\text{gr.m} (8,02 \text{ gr/ml} - 0,857 \text{ gr/ml}) 1,38 \text{ menit} \\ &= 32,62 \text{ Cp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{cst} &= \frac{\mu}{\rho} \\ &= \frac{32,62 \text{ Cp}}{0,857 \text{ gr/ml}} \\ &= 38,06 \text{ Cst} \end{aligned}$$

c Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)

$$\text{Asam lemak bebas} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{Bst} \times 100\%}{\text{Berat sampel} \times 1000 \text{ mg/gr}}$$

*Bst = Berat setara asam stearat = 256

$$\begin{aligned} \text{Asam lemak bebas} &= \frac{21 \text{ ml} \cdot 0,1 \text{ mek/ml} \cdot 256 \text{ mg/mek}}{28,2 \text{ gr} \times 1000 \text{ mg/gr}} \times 100\% \\ &= 1,90 \% \end{aligned}$$

d Bilangan Asam

Dik : FFA = 1,90 %

BM NaOH = 40 gr/mol

Bst = 256 gr/mol

Dit : Bilangan asam =

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Bilangan asam} &= \% \text{ FFA} \times \frac{\text{BM NaOH}}{\text{BM Palmitat} : 10} \\ &= 1,90 \times \frac{40 \text{ gr/mol}}{25,6 \text{ gr/mol}} \\ &= 2,96 \% \end{aligned}$$

e Kadar Air

Dik : Cawan Kosong (a) = 30,3371 gr

Cawan + sampel (b) = 32,3371 gr

Cawan + sampel setelah pemanasan (c) = 32,2781 gr

Dit : Kadar air =

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{b-c}{b-a} \times 100\% \\ &= \frac{(32,3371 - 32,2781) \text{ gr}}{(32,3371 - 30,3371) \text{ gr}} \times 100 \% \\ &= \frac{(0,059) \text{ gr}}{2 \text{ gr}} \times 100 \% \\ &= 2,95 \% \end{aligned}$$

II.1.2 Perhitungan Minyak Kelapa Sawit Kasar setelah pre-treatment

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada minyak kelapa sawit kasar (CPO) sebelum pre-treatment, hasil perhitungan densitas, viskositas, kadar air, bilangan asam dan asam lemak bebas untuk minyak kelapa sawit kasar (CPO) setelah (Tabel II.1).

Tabel II.1. Hasil Perhitungan minyak kelapa sawit kasar setelah pre-treatment

No.	Jenis Analisis	Setelah Pemurnian
1.	Density pada 30°C (gr/ml)	0,866
2.	Viskositas pada 40°C (Cst)	37,62
3.	Bilangan Asam (mg Naoh/g minyak)	2,68
4.	Kadar Asam Lemak Bebas (%)	1,72
5.	pH	7
6.	Kadar Air (%)	0,14

II.2 Perhitungan Metil Ester

a Densitas

$$\begin{aligned}
 & \text{- Massa piknometer kosong (a)} && = 61,79 \text{ gr} \\
 & \text{- Massa piknometer kosong +ME (b)} && = 151,84 \text{ gr} \\
 & \text{- Volume piknometer (c)} && = 104 \text{ ml} \\
 & \text{- Density CPO pada suhu 30°C} && = \frac{b-a}{c} \\
 & && = \frac{(151,84 - 61,79) \text{ gr}}{104 \text{ ml}} \\
 & && = 0,865 \text{ gr/ml}
 \end{aligned}$$

b Viskositas

$$\begin{aligned}
 \text{Dik : } & K = 3,3 \\
 & \rho_f = 8,02 \text{ gr/ml} \\
 & \rho = 0,865 \text{ gr/ml} \\
 & t = 0,173 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\text{Dit : } \mu = \dots ?$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 \mu_{cp} &= K (\rho_f - \rho) t \\
 &= 3,3 \text{ mpa.m.cm}^3/\text{gr.m} (8,02 \text{ gr/ml} - 0,865 \text{ gr/ml}) 0,173 \text{ menit} \\
 &= 4,08 \text{ Cp}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mu_{cst} &= \frac{\mu}{\rho} \\
 &= \frac{4,08 \text{ Cp}}{0,865 \text{ gr/ml}} \\
 &= 4,71 \text{ Cst}
 \end{aligned}$$

c Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)

$$\text{Asam lemak bebas} = \frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH} \times \text{Bst} \times 100\%}{\text{Berat sampel} \times 1000 \text{ mg/gr}}$$

*Bst = Berat setara asam stearat = 256

$$\begin{aligned} \text{Asam lemak bebas} &= \frac{17,5 \text{ ml} \cdot 0,1 \text{ mek/ml} \cdot 256 \text{ mg/mek}}{28,2 \text{ gr} \times 1000 \text{ mg/gr}} \times 100\% \\ &= 1,58\% \end{aligned}$$

d Bilangan Asam

Dik : FFA = 1,58 %

BM NaOH = 40 gr/mol

Bst = 256 gr/mol

Dit : Bilangan asam =

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Bilangan asam} &= \% \text{ FFA} \times \frac{\text{BM NaOH}}{\text{BM Palmitat} : 10} \\ &= 1,58 \times \frac{40 \text{ gr/mol}}{25,6 \text{ gr/mol}} \\ &= 2,46\% \end{aligned}$$

e Kadar Air

Dik : Cawan Kosong (a) = 30,3371 gr

Cawan + sampel (b) = 32,3371 gr

Cawan + sampel setelah pemanasan (c) = 32,3353 gr

Dit : Kadar air =

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{b-c}{b-a} \times 100\% \\ &= \frac{(32,3371 - 32,3353) \text{ gr}}{(32,3371 - 30,3371) \text{ gr}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,0018) \text{ gr}}{2 \text{ gr}} \times 100\% \\ &= 0,09\% \end{aligned}$$

II.3 Perhitungan Konsentrasi Kalium Bisulfat (KHSO₄) sebagai agen pensulfonasi

- **Konsentrasi 2 N**

- Berat Molekul = 136,17 gr/mol

- Vol. Air = 100 mL

- Nilai ekivalen = 2

$$\begin{aligned} \text{- Gr} &= \frac{\text{BM}}{\text{ekivalen}} \times \text{Vol. Air} \times N \\ &= \frac{136,17 \text{ gr/mol}}{2} \times 0,1 \text{ L} \times 2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$= 13,617 \text{ gram}$$

Dengan cara yang sama maka perhitungan mengenai konsentrasi Kalium Bisulfat yang akan dibuat berdasarkan beratnya dapat ditabulasikan sebagai berikut (Tabel II.2).

Tabel II.2 Konsentrasi Kalium Bisulfat yang akan dibuat berdasarkan beratnya

Konsentrasi Kalium Bisulfat (N)	Berat Zat Diperlukan (gram)
2	13,617
4	27,234
6	40,851
8	54,468
10	68,085

II.4 Perhitungan Produk Metil Ester Sulfonat (MES)

a Densitas

- Pada Sampel 1

$$\begin{aligned}
 & \text{- Massa piknometer kosong (a)} && = 61,79 \text{ gr} \\
 & \text{- Massa piknometer kosong + Sampel 1 (b)} && = 160,79 \text{ gr} \\
 & \text{- Volume piknometer (c)} && = 104 \text{ ml} \\
 & \text{- Density pada suhu } 30^{\circ}\text{C} && = \frac{b-a}{c} \\
 & && = \frac{(160,79-61,79) \text{ gr}}{104 \text{ ml}} \\
 & && = 0,951 \text{ gr/ml}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada sampel 1, maka hasil perhitungan densitas sampel 2 sampai 5 dapat dilihat pada tabel 2.

b Tegangan Permukaan

- Sampel 1

$$\text{Dik : } r = 0,075 \text{ cm}$$

$$h = 0,9 \text{ cm}$$

$$g = 980 \text{ cm/det}^2$$

$$\rho = 0,951 \text{ gr/cm}^3$$

Dit : $\gamma = \dots$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{1}{2} \cdot r \cdot h \cdot g \cdot \rho \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,075 \text{ cm} \cdot 0,9 \text{ cm} \cdot 980 \text{ cm/det}^2 \cdot 0,951 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 31,45 \text{ gr.cm.det}^{-1}/\text{cm} \\ &= 31,45 \text{ dyne/cm}\end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada sampel 1, maka hasil perhitungan tegangan permukaan sampel 2-5 adalah sebagai berikut (Tabel II.3).

Tabel II.3 Hasil perhitungan densitas dan tegangan permukaan pada sampel 2-5

Sampel	Densitas (gr/ml)	Tegangan Permukaan (dyne/cm)
Aquadest	0,998	55,12
II	0,951	29,70
III	0,951	27,95
IV	0,951	34,94
V	0,951	36,69

II.5 Perhitungan Tegangan Permukaan pada Setiap Sampel

- **Sampel 1 Konsentrasi 0,1%**

Dik : $r = 0,075 \text{ cm}$

$h = 1,2 \text{ cm}$

$g = 980 \text{ cm/det}^2$

$\rho = 0,951 \text{ gr/cm}^3$

Dit : $\gamma = \dots$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{1}{2} \cdot r \cdot h \cdot g \cdot \rho \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,075 \text{ cm} \cdot 1,2 \text{ cm} \cdot 980 \text{ cm/det}^2 \cdot 0,951 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 41,93 \text{ gr.cm.det}^{-1}/\text{cm} = 41,93 \text{ dyne/cm}\end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada sampel 1 dengan konsentrasi 0,1%, maka hasil perhitungan tegangan permukaan sampel 1 dengan konsentrasi 0,2% - 0,7% adalah sebagai berikut (Tabel II.4).

Tabel II.4 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan sampel 1 Dengan konsentrasi 0,2% - 0,7%

Konsentrasi Larutan (%)	Tegangan Permukaan (dyne/cm)
0,2	40,19
0,3	34,94
0,4	33,20
0,5	31,45
0,6	31,45
0,7	31,45

- **Sampel 2 Konsentrasi 0,1%**

$$\text{Dik : } r = 0,075 \text{ cm}$$

$$h = 1,15 \text{ cm}$$

$$g = 980 \text{ cm/det}^2$$

$$\rho = 0,951 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Dit : } \gamma = \dots$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{1}{2} \cdot r \cdot h \cdot g \cdot \rho \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,075 \text{ cm} \cdot 1,15 \text{ cm} \cdot 980 \text{ cm/det}^2 \cdot 0,951 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 40,19 \text{ gr.cm.det}^{-1}/\text{cm} \\ &= 40,19 \text{ dyne/cm} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada sampel 2 dengan konsentrasi 0,1%, maka hasil perhitungan tegangan permukaan sampel 2 dengan konsentrasi 0,2% - 0,6% adalah sebagai berikut (Tabel II.5).

Tabel II.5 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan sampel 2 dengan konsentrasi 0,2% - 0,6%

Konsentrasi Larutan (%)	Tegangan Permukaan (dyne/cm)
0,2	38,44
0,3	34,94
0,4	29,70
0,5	29,70
0,6	29,70

- **Sampel 3 Konsentrasi 0,1%**

$$\text{Dik : } r = 0,075 \text{ cm}$$

$$h = 0,9 \text{ cm}$$

$$g = 980 \text{ cm/det}^2$$

$$\rho = 0,951 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Dit : } \gamma = \dots$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{1}{2} \cdot r \cdot h \cdot g \cdot \rho \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,075 \text{ cm} \cdot 0,9 \text{ cm} \cdot 980 \text{ cm/det}^2 \cdot 0,951 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 31,45 \text{ gr.cm.det}^{-1}/\text{cm} \\ &= 31,45 \text{ dyne/cm} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada sampel 3 dengan konsentrasi 0,1%, maka hasil perhitungan tegangan permukaan sampel 3 dengan konsentrasi 0,2% - 0,5% ditabulasikan (Tabel II.6).

Tabel II.6 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan sampel 3 dengan konsentrasi 0,2% - 0,5%

Konsentrasi Larutan (%)	Tegangan Permukaan (dyne/cm)
0,2	29,70
0,3	27,95
0,4	27,95
0,5	27,95

- **Sampel 4 Konsentrasi 0,1%**

$$\text{Dik : } r = 0,075 \text{ cm}$$

$$h = 1,3 \text{ cm}$$

$$g = 980 \text{ cm/det}^2$$

$$\rho = 0,951 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Dit : } \gamma = \dots$$

Penyelesaian :

$$\gamma = \frac{1}{2} \cdot r \cdot h \cdot g \cdot \rho$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,075 \text{ cm} \cdot 1,3 \text{ cm} \cdot 980 \text{ cm/det}^2 \cdot 0,951 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 45,43 \text{ gr.cm.det}^{-1}/\text{cm}$$

$$= 45,43 \text{ dyne/cm}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada sampel 4 dengan konsentrasi 0,1%, maka hasil perhitungan tegangan permukaan sampel 4 dengan konsentrasi 0,2% - 0,6% adalah sebagai berikut (Tabel II.7).

Tabel II.7 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan sampel 4 dengan konsentrasi 0,2% - 0,6%

Konsentrasi Larutan (%)	Tegangan Permukaan (dyne/cm)
0,2	40,19
0,3	38,44
0,4	34,94
0,5	34,94
0,6	34,94

- **Sampel 5 Konsentrasi 0,1%**

$$\text{Dik : } r = 0,075 \text{ cm}$$

$$h = 1,4 \text{ cm}$$

$$g = 980 \text{ cm/det}^2$$

$$\rho = 0,951 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Dit : } \gamma = \dots$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\gamma &= \frac{1}{2} \cdot r \cdot h \cdot g \cdot \rho \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,075 \text{ cm} \cdot 1,4 \text{ cm} \cdot 980 \text{ cm/det}^2 \cdot 0,951 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 36,69 \text{ gr.cm.det}^{-1}/\text{cm} \\ &= 36,69 \text{ dyne/cm}\end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada sampel 5 dengan konsentrasi 0,1%, maka hasil perhitungan tegangan permukaan sampel 5 dengan konsentrasi 0,2% - 0,6% adalah sebagai berikut (Tabel II.8).

Tabel II.8 Hasil Perhitungan Tegangan Permukaan sampel 5 dengan konsentrasi 0,2% - 0,6%

Konsentrasi Larutan (%)	Tegangan Permukaan (dyne/cm)
0,1	48,92
0,2	45,43
0,3	38,44
0,4	36,69
0,5	36,69
0,6	36,69

II.5 Perhitungan Rendemen Pada Setiap Sampel

Sampel 1

- Massa Sampel 1	:	208,52 gr
- Bahan Baku	:	400 ml ME
- Densitas ME	:	0,865 gr/ml
- Massa Bahan Baku	:	ml bahan baku x densitas ME
	:	400 ml x 0.865 gr/ml
	:	346 gr
Rendemen	:	$\frac{\text{Massa Produk yang dihasilkan}}{\text{Massa Bahan baku}} \times 100\%$
	:	$\frac{208.52 \text{ gr}}{346 \text{ gr}} \times 100\%$
	:	60 %

Dengan menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan pada sampel 1, maka hasil dari perhitungan rendemen pada sampel 2-5 ditabulasikan (Tabel II.9).

Tabel II.9 Hasil Perhitungan Rendemen Pada Sampel 2-5

Sampel	Massa Produk (gr)	Rendemen (%)
1	208,52	60
2	237.34	68,5
3	269.41	77,8
4	247.14	71,4
5	232.93	64,7