

PENGUKURAN BERAT MOLEKUL MINYAK KELAPA SAWIT DENGAN METODE HAMBURAN CAHAYA

Oleh:

- Akhmad Yulianto
- Widianta Gomulya
- Liherlinah
- M. Ginanjar Azie



102 FISIKAWAN MUDA ITB

TEORI DASAR

TEORI DASAR

- ❑ Salah satu metoda yang digunakan untuk mengukur berat molekul dari suatu polimer adalah dengan menggunakan metoda hamburan cahaya (Light Scattering)
 - ❑ Metoda ini pertama kali dikembangkan oleh Lord Rayleigh dalam mempelajari sifat gas.
 - ❑ Teori ini dapat dipakai untuk menginterpretasikan hamburan pada polimer ketika ukuran polimer $\ll \lambda$
-

TEORI DASAR

- Intensitas hamburan cahaya oleh polimer adalah:

$$R_{\theta} = \frac{i_{\theta} r^2}{I_0}$$

dengan

- R_{θ} = konstanta Rayleigh
 - r = jarak detektor cahaya - hamburan
 - i_{θ} = intensitas yang terukur
 - I_0 = intensitas awal
-

TEORI DASAR

- Kita dapat memodifikasi teori Rayleigh untuk R_θ yang dihubungkan terhadap massa molar dari suatu polimer *homodisperse* M:

$$R_\theta = \frac{2\pi^2 \bar{n}_0^2}{\lambda^4} \left(\frac{d\bar{n}}{dc} \right)^2 (1 + \cos^2 \theta) \left(\frac{N}{V} \right) \frac{M}{N_A^2} \left(\frac{d\Pi}{dc} \right)_T$$

dengan

- \bar{n}_0 = indeks bias dari larutan
 - $\left(\frac{d\bar{n}}{dc} \right)$ = nilai perubahan indeks bias terhadap konsentrasi
 - $\left(\frac{N}{V} \right)$ = Jumlah molekul polimer per satuan volume
 - Π = tekanan osmotik
-

TEORI DASAR

- Untuk suatu polimer *monodisperse*, persamaan $\left(\frac{d\Pi}{dc}\right)$ dapat disederhanakan menjadi

$$\left(\frac{d\Pi}{dc}\right) = \frac{RT}{M}(1 + 2Bc + \dots)$$

Sehingga dengan mengabaikan ekspansi orde tinggi, konstanta Rayleigh akan menjadi

$$R_{\theta} = \frac{2\pi^2 \bar{n}_0^2}{\lambda^4} \left(\frac{d\bar{n}}{dc}\right)^2 \frac{(1 + \cos^2 \theta)}{(1 + 2Bc)} \left(\frac{N}{V}\right) \frac{M^2}{N_A^2}$$

TEORI DASAR

- Definisikan konstanta K :

$$K = \frac{2\pi^2 \bar{n}_0^2}{\lambda^4 N_A} \left(\frac{d\bar{n}}{dc} \right)^2$$

- Dan definisi \bar{M}_w dan c untuk polimer *polydisperse*:

$$\bar{M}_w = \frac{\sum N_i M_i^2}{\sum N_i M_i} \quad c = \frac{\sum \left(\frac{N_i}{N_A} \right) M_i}{V} = \frac{\sum \left(\frac{N_i}{V} \right) M_i}{N_A}$$

TEORI DASAR

- Persamaan akhir konstanta Rayleigh dalam hubungan dengan massa molar polimer adalah:

$$\frac{K (1 + \cos^2 \theta) c}{R_{\theta}} = \frac{1}{\overline{M}_w} (1 + 2 B c)$$

TEORI DASAR

- Dalam percobaan, dilakukan pengukuran dengan mengambil sudut hamburan sebesar $\pi/2$, untuk menghilangkan faktor $\cos^2\theta$ dan mempermudah perhitungan.
- Dari rumusan

$$R_{\theta} = \frac{i_{\theta} r^2}{I_0} \quad \text{dan} \quad K = \frac{2\pi^2 \bar{n}_0^2}{\lambda^4 N_A} \left(\frac{dn}{dc} \right)^2$$

dapat disimpulkan bahwa konstanta R_{θ} sebanding dengan Intensitas pengukuran I_{θ} , dan K adalah konstanta yang hanya bergantung pada indeks bias bahan (pelarut dan larutan) serta panjang gelombang sumber.

TEORI DASAR

- Sehingga untuk pengukuran, dapat dilakukan dengan mengukur intensitas hamburan cahaya terhadap konsentrasi sesuai rumusan:

$$\frac{c}{i_{\theta}} = \frac{\alpha}{M_w} (1 + 2 B c)$$

dengan α adalah konstanta kesebandingan yang memuat faktor K , jarak detektor cahaya hamburan r dan intensitas I_0 .

EKSPERIMEN

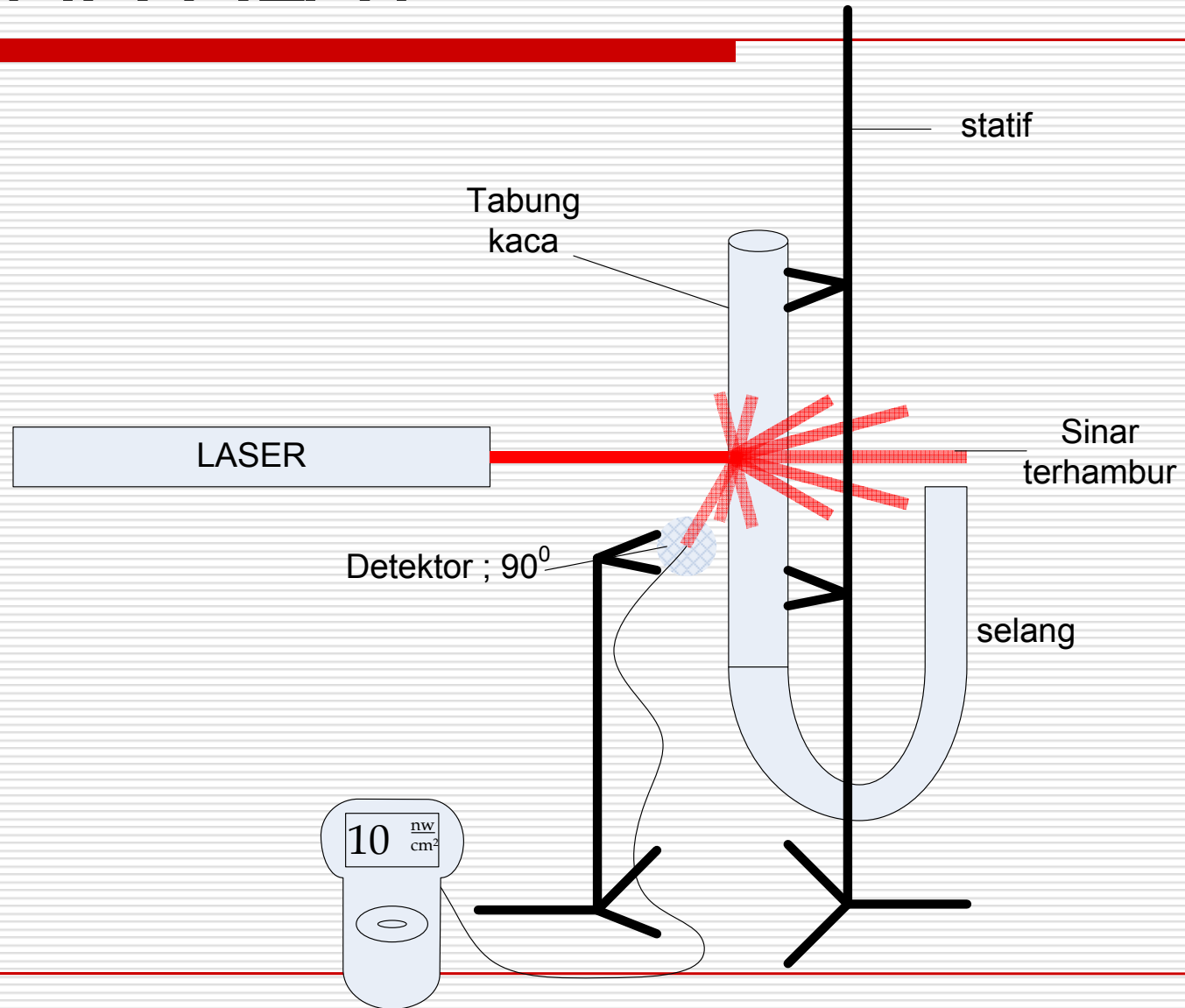
ALAT DAN BAHAN

- Pipa kaca kuarsa diameter 1 cm
 - Gelas Ukur 5 ml
 - Corong
 - Wadah polimer
 - Selang diameter 1 cm
 - Polimer VCO (Virgin Coconut Oil)
 - Alkohol 70%
 - Laser He-Ne 15 mW max output (at 632.8 nm)
 - Newport Power/Energi Meter model 841-PE
 - Catudaya/sumber tegangan ac
 - Phototransistor
 - Filter cahaya
 - Apertur lingkaran
 - Klep penyangga
 - Kabel penghubung
-

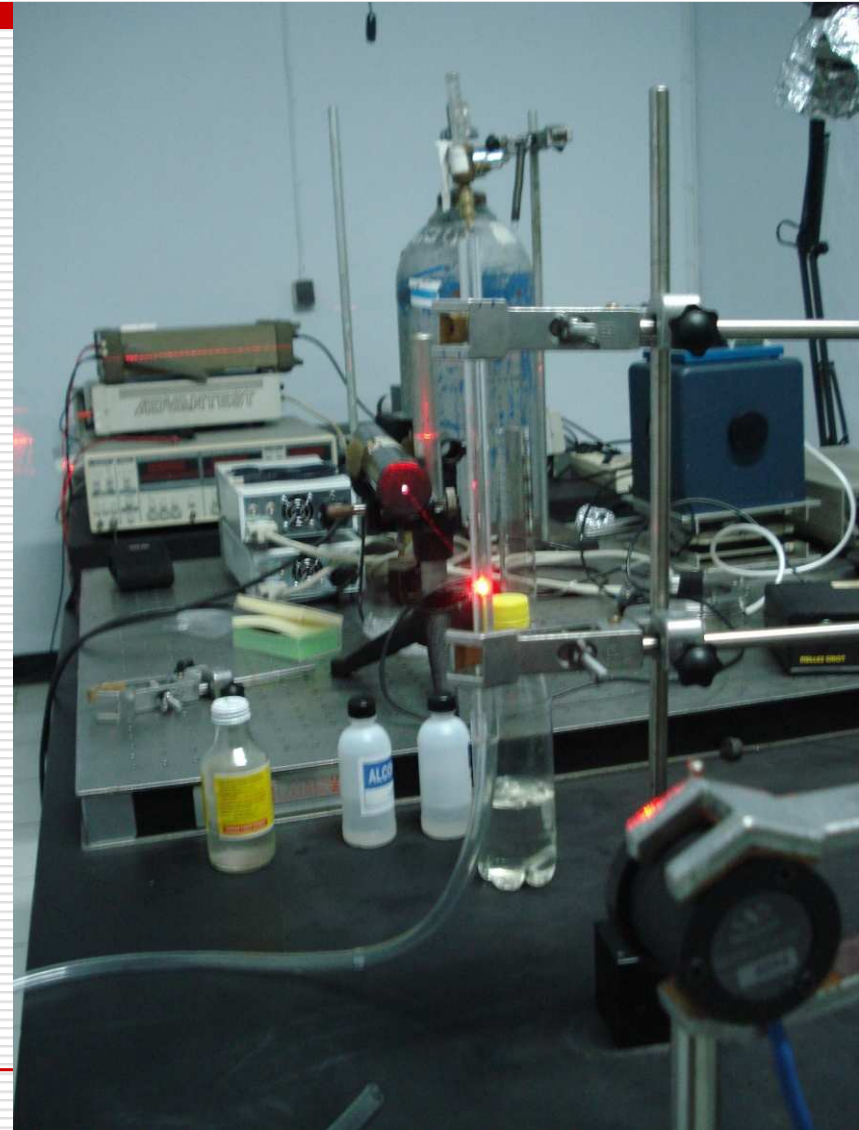
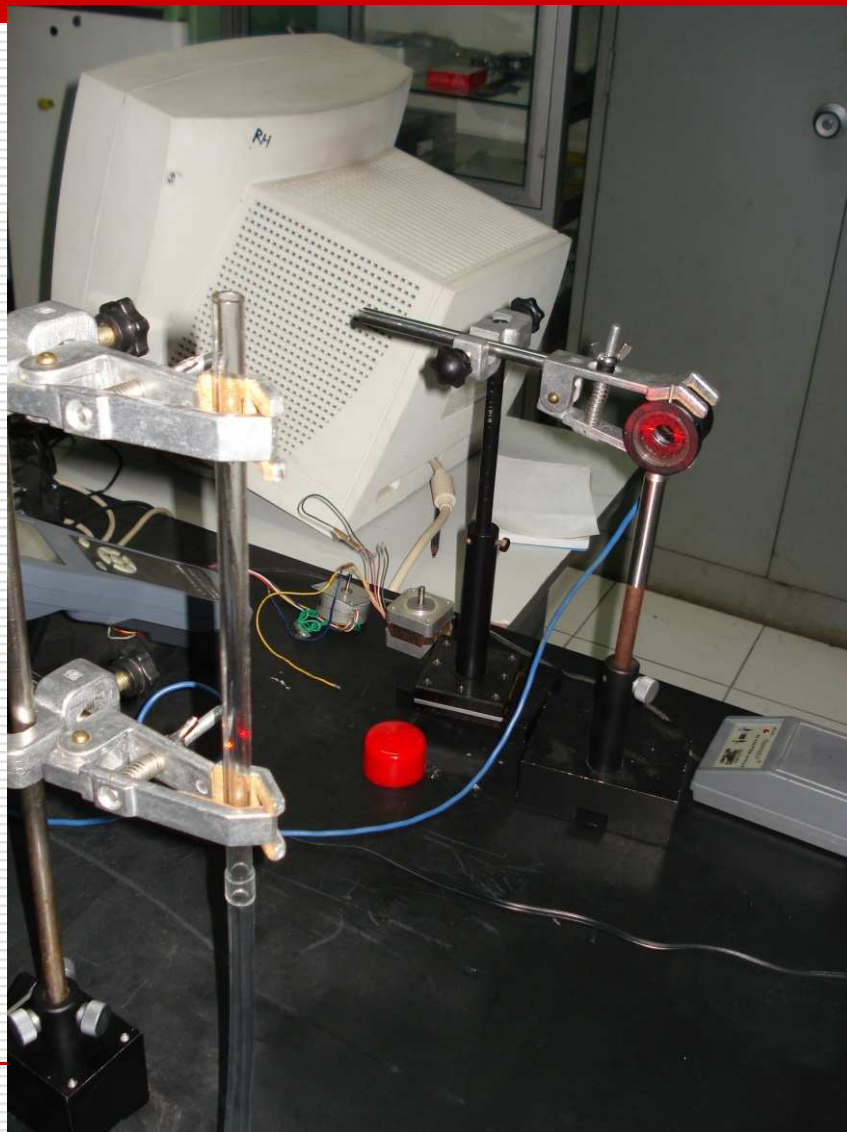
DATA - DATA

- Data Bahan
 - Berat jenis 0.88 g/L
 - Asam Laurat 48%
 - Indeks Refraksi 1.456
 - Angka penyabunan 283.59 mg KOH/g
 - Jarak antara pipa kaca dan detektor 5.5 cm
 - Pengambilan data dilakukan setiap 10 detik
-

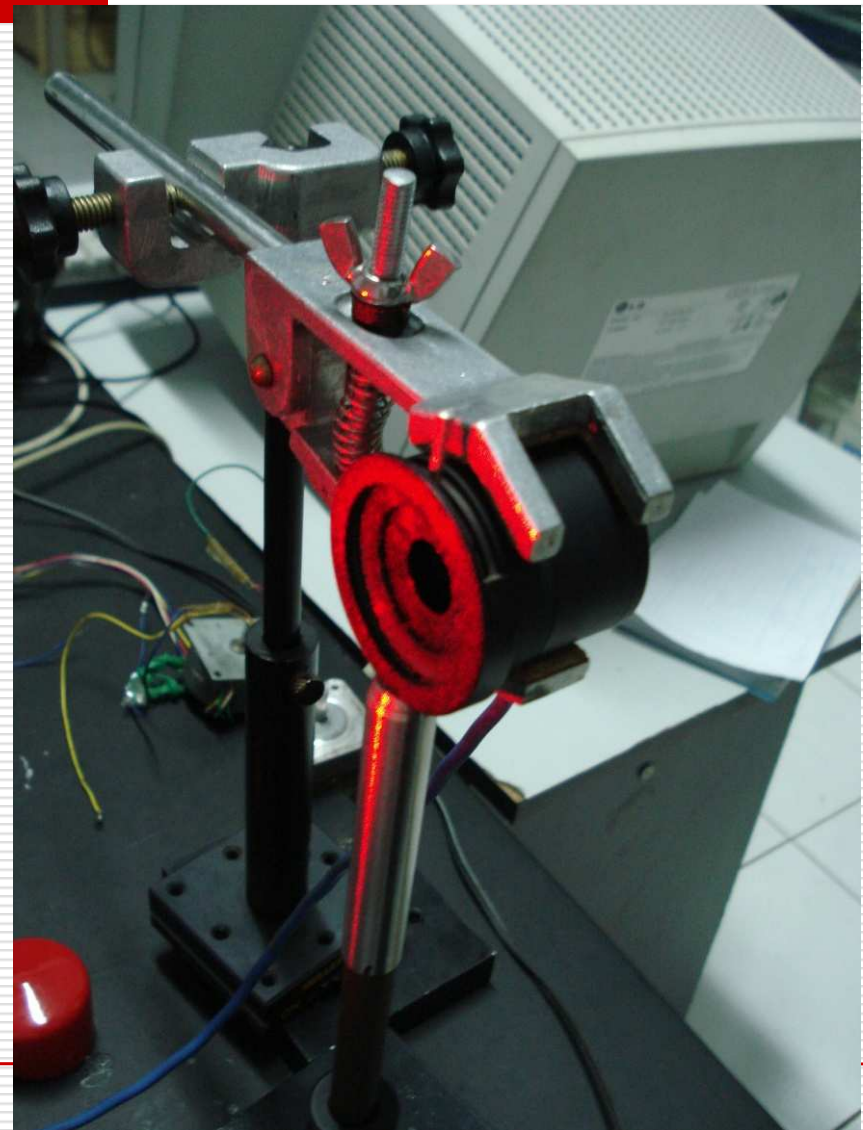
SKEMA ALAT



SKEMA ALAT



SKEMA ALAT



HASIL DAN ANALISIS

HASIL PERCOBAAN

c (g/cm ³)	(nW/cm ²)	c/ (g/cm.W).10 ⁹
3.52E-05	1.651	2.132E-05
1.96E-05	0.92	2.126E-05
1.35E-05	0.4054	3.340E-05
1.26E-05	0.329	3.821E-05
1.17E-05	0.2391	4.907E-05
0.000011	0.2004	5.489E-05
1.04E-05	0.158	6.552E-05
9.78E-06	0.1227	7.969E-05
9.26E-06	0.1163	7.965E-05
8.8E-06	0.09604	9.163E-05

HASIL PERCOBAAN

- Dari data tersebut dibuat plot grafik (c/i) terhadap c ; lalu dicari persamaan regresinya

$$y = -12,546x + 0.0002$$

- Sumbu $y \rightarrow c/i$
 - Sumbu $x \rightarrow c$
-

PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

- Dari data- data yang ada, ternyata tidak semua data menghasilkan plot yang baik; terutama pada konsentrasi yang cukup besar.
 - Hal ini disebabkan bahwa saat konsentrasi cukup besar, suku-suku virial yang lebih tinggi tidak dapat diabaikan
 - Untuk itu, data – data dengan konsentrasi yang cukup besar dibuang untuk menghasilkan grafik yang linier (dapat didekati dengan koefisien orde pertama)
-

PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

- Dari persamaan garis regresi, dapat disimpulkan bahwa nilai konstanta merupakan $\frac{\alpha}{\bar{M}_w}$ sehingga:

$$\bar{M}_w = \frac{\alpha}{0.0002} = 5000.\alpha$$

- Berat molekul VCO dapat ditentukan jika nilai α diketahui
-

PENGOLAHAN DAN ANALISIS

- Cara menentukan nilai α adalah dengan cara melakukan pengukuran VCO standar yang sejenis yang diketahui \bar{M}_w -nya dengan menggunakan metode yang sama.
-

KESIMPULAN

KESIMPULAN

- Pengukuran \bar{M}_w VCO dapat ditentukan dengan menggunakan metoda *light scattering*.
 - Pengukuran dengan menggunakan metoda *light scattering* harus menggunakan konsentrasi yang cukup kecil untuk mendapatkan hasil yang cukup baik.
 - Nilai \bar{M}_w VCO yang didapat melalui percobaan adalah $(5000 \cdot \alpha)$, dengan α adalah nilai yang harus dicari dengan kalibrasi VCO standar yang diketahui \bar{M}_w -nya.
-